جـــامعـــــة اليرمــوك
كلية الآثار والإنثروبولوجيا
قســــــو الآثــــــــار



عنوان الرسالة:

استخدام الإنزيمات في تنظيف الرسومات الجدارية مقارنة باستخدام طرق التنظيف الأخرى

" تطبيقاً على أحد البيوت التقليدية بمنطقة الطرة - شمال الأردن"

Using enzymes in cleaning wall paintings compared with other cleaning methods

"An application study on one of the houses, Al-turra area in northen Jordan'

إعداد:

مي فراس المدني

أشراف:

الأستاذ الدكتور/ حسين محمد علي إبراهيم

الدكتور / واصف السخاينة

حقل التخصص: الصيانة والترميم

الفصل الدراسي الصيفي

2014

جامعة اليرموك

كلية الآثار والأنثروبولوجيا

قسم صيانة المصادر التراثية وإدارتها

استخدام الإنزيمات في تنظيف الرسومات الجدارية : مقارنة باستخدام طرق التنظيف الأخرى

" تطبيقاً على أحد البيوت التقليدية بمنطقة الطرة – شمال الأردن"

Using enzymes in cleaning wall paintings compared with other cleaning methods

" An application study on one of the houses, Al-turra area in northen Jordan"

قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في صيانة التراث الحضاري في جامعة اليرموك

إعداد الطالبة

مي فراس المدني

بكالوريوس صيانة مصادر تراثية وإدارتها/ جامعة اليرموك 2010

لجنة المناقشة:

الأستاذ الدكتور/ حسين محمد علي إبراهيم ....مشرفاً رئيساً........

الدكتور/ عبد الرحمن السروجي ....عضواً........

الدكتور/ عماد ملكاوي ....عضواً........

بسم الله الرحمن الرحيم

[ربنا لا تؤاخذنا إن نسينا أو أخطأنا ربنا ولا تحمل علينا إصراً كما حملته على الذين من قبلنا ربنا ولا تحملنا ما لا طاقة لنا به واعف عنا واغفر لنا وارحمنا أنت مولانا فانصرنا على القوم الكافرين]

(البقرة، آية 286)

الإهداء

أهدي هذا العمل المتواضع إلى روح أخي الطاهرة

أحمد رحمه الله.........

أبي الذي لم يبخل علي يوماً بشيء.......

وإلى أمي التي ذوبتني بالحنان والمحبة.......

أقول لهم: أنتم وهبتوني الحياة والأمل والنشأة على شغف

الإطلاع والمعرفة، وإلى إخوتي جمعياً وإلى زوجي ورفيق دربي وحبيبي

مي فراس المدني

شكر وتقدير

وأتقدم بأسمى آيات الشكر والتقدير والإمتنان والمحبة إلى الذين حملوا أقدس رسالة في الحياة..............

وإلى الذين مهدوا لنا طريق العلم والمعرفة.إلى جميع أساتذتنا الأفاضل.

وأخص بالتقدير والشكر الأستاذ الدكتور حسين إبراهيم أستاذ الترميم بقسم الصيانة الذي قدم لي العون ومد لي يد المساعدة وزودنا بالمعلومات لإتمام البحث.

كما أتقدم بالشكر إلى الدكتور واصف السخاينة على مجهوده مشرف مشارك في هذه الرسالة،

وأتقدم أيضا بالشكر إلى السيد عمران درابسة الذي سمح لنا بالعمل في بيته.

وأتقدم أيضا بالشكر لدكتور عماد ملكاوي لما وفر لي بعض المواد الخاصة بالأنزيمات من مختبرات كلية العلوم، وإرشاداته لي فيما يخص الأنزيمات.

وأيضا أتقدم بالشكر والتقدير إلى الساده المتخصصين بمختبرات كلية الآثار على ما قدموه من النصح وتسهيل عمليات التحليل، وأخص بالذكر السيد الدكتور مصطفى النداف نائب العميد.

وكما أتقدم بالشكر والتقدير إلى من زرعوا التفاؤل في دربي وقدموا لي المساعدة والتسهيلات والأفكار والمعلومات، ربما دون أن يشعروا بدورهم بذلك فلهم مني كل الشكر وأخص منهم الزميلة حنان خزاعلة، ولن أنسى كل شخص ساعدني وكن له فضل في إنجاز هذا العمل.

مي فراس المدني

الملخص بالعربية

تعد عملية التنظيف من أهم الخطوات التي نقوم بها في مجال صيانة وترميم الرسومات الجدارية، وحفاظا عليها وإظهار معالم الرسومات الجدارية. وبالتالي هدفت هذه الدراسة إلى استخدام الأنزيمات في عمليات تنظيف أسطح الرسومات، وتهدف أيضا إلى عمل دراسة مقارنة لاستخدام الأنزيمات واستخدام الطرق الكيميائية التقليدية. وتم تطبيق هذه الدراسة على مبنى تراثي في منطقة الطرة إحدى قرى الرمثا حيث تحتوي جدران هذا المبنى على رسومات تراثية الجدارية.

تناولت الدراسة توثيق المنزل التراثي والذي يقع بمنطقة الطرة، ومملوك للسيد عمران درابسة، والرسومات للفنان بشير رشيدات.

حيث تناولت الدراسة التجارب والاختبارات المعملية لمواد التنظيف المقترح العلاج بها، وذلك لمعرفة أفضل الطرق المستخدمة في تنظيف الاتساخات ومن ثم تطبيقها على المبنى – موضوع الدراسة–

كما تم إجراء دراسة معملية لمكونات المنزل والتي أتضح من خلالها معرفة طبقة التحضير للرسومات الجدارية، والتي تتكون من كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ (الكالسيت – Calcite)، وأكسيد السليكون SiO_2 (كوارتز– Quartz).ومعرفة ألوان تلك الرسومات التراثية حيث تتكون الألوان من اللون الأحمر كان عبارة عن الهيماتيت وهو أكسيد الحديد Fe_2O_3، اللون الأخضر عبارة عن Cordierite وهو Aluminum Silicate Magnesium Mg_2Al_4Si ، واللون الأبيض عبارة عن كربونات الكالسيوم Gypsum وذلك من خلال جهاز XRD ، كما

تم استخدم جهاز FTIR لمعرفة الوسيط العضوي المستخدم حيث كان غراء حيواني، وكما تم استخدام الستيريو ميكروسكوب Stereo microscope لفحص طبقات الرسومات الجدارية الأفضل للتنظيف وقد تبين من خلال هذا الميكروسكوب مكونات طبقة التحضير.

وبعد إجراء دراسة تجريبية أتضح أن أفضل طرق التنظيف هي التنظيف بالأنزيمات من الطرق السهلة وغير ضاره بالأثر ولا تؤثر على صحة الإنسان كما يحدث في استخدام التنظيف بالمواد الكيميائية، ولكن التنظيف بالأنزيمات لا يصلح فقط إلا إزالة الاتساخات العضوية.

وتم إجراء دراسة تجريبية تمثلت في إجراء تجارب معملية على نماذج تماثل مكونات الرسومات الجدارية في المنزل واستخدام المذيبات الكيميائية لتنظيفها مثل الكحول الميثيلي CH_3OH ، الكحول الايثيلي C_2H_5OH، ، طولوين $C_6H_5CH_3$ ، تراي كلورو إيثلين C_2H_4 ، أسيتون CH_3COCH_3 ، بريادين C_5H_5N ، داي ميثل فورماميد C_3H_7NO

بينما تم إجراء تنظيف أحد النماذج باستخدام أنزيم الليباز Lipase enzymes ، وقد تم عمل دراسة مقارنة لتلك النتائج أثبتت أن الأنزيم هو أفضل طرق التنظيف لهذه الرسومات الجدارية، وقد اختتم البحث بمجموعة من النتائج والتوصيات.

Abstract

The cleaning process is one of the most important steps that we are doing in the field of conservation and restoration of wall paintings, in order to preserve them and to make them clear. The aim of this study is to use enzymes in the cleaning of the surfaces of the painting layer,its aims also to hold a comparative study of the use of enzymes and the use of traditional chemical methods. This study was applied to one of the heritage buildings in the area of Al– turrah Ramtha ,where the walls of this building contains a lot of heritage mural.

The study deald with the documentation of the heritage huose, and is owned to Mr. Imran Drabsh, and was painted by the artist Bashir Rashidat.

The study also dealed with examination and testing of the proposed cleaning materials proposed for treatment, in order to figure out the best methods which will be used in cleaning dirties to apply to the buildings

– the subject of the study–

the laboratory study of the components of the house has been done, which shows know preparation layer of mural painting , which is made up of calcium carbonate $CaCO_3$ (calcite – Calcite), oxide and silicon

SiO_2 (Quartz – Quartz).It also gave us an idea about the paint layer where consists of the red pigment was a hematite which is iron oxide Fe_2O_3, the green pigment is a Cordierite (Magnesium Aluminum Silicate Mg_2Al_4Si), and white pigment is Calcium Carbonate through the device XRD, and FTIR to examine the Organic media used, it was where the animal glue, it Stereo Microscope also has been used to exminate the wall painting layer and also the preparation layer.

After conducting an experimental study it shows that the best way of cleaning is the enzymes cleaning method, which is one of the easiest ways, harmless and has no effect of wall painting on hum health as it happens in the use of chemicals cleaning, with consadiring that enzymes cleaning just fif to remove organic dirt.

an experimental study was cored out it was as laboratory experiments on sample which has the same components of the mural painting in the house and the use of chemical solvents used to clean, such as methyl alcohol CH_3OH, ethyl alcohol C_2H_5OH, Briadin C_5H_5N, toluene $C_6H_5CH_3$, Tri-chloro Ethylene C_2H_4, acetone CH_3COCH_3 .

While cleaning process was performed using a model lipase enzyme, comparative study of these results has been proved that the enzyme is

the best cleaning methods for these wall paintings, the search results and recommendations.



قائمة المحتويات

قائمة الأشكال

149	قبل عمليات الترميم	180
150	بعد عمليات الترميم	180
151	قبل عمليات الترميم	181
152	بعد عمليات الترميم	181
153	قبل وبعد الترميم	182
154	قبل الترميم	183
155	بعد الترميم	183
156	قبل الترميم	183
157	بعد الترميم	183
158	قبل الترميم	184
159	بعد الترميم	184

قائمة الجداول

الفصل الأول

منهجية الدراسة

المقدمة

منذ بدء الخليقة دأب الإنسان على تسجيل حياته اليومية على جدران الكهوف على هيئة رموز ورسوم تمثل ما يحدث له وتعبر عن مخاوفه وآماله، وقد امتد هذا التعبير إلى عصور لاحقة حتى بعد اختراع الكتابة لما يمثله من تعبير يساعد الإنسان على إيصال أفكاره ومعتقداته أو حتى بهدف تزيين منزله ومعبده بمختلف الرسوم.

وتعتبر هذه الرسوم الجدارية بمثابة وثائق تاريخية تزودنا بمعلومات قيمة عن تاريخ الفن والأديان والعبادات والطقوس فيما سبقنا من عصور وأزمنة .

ومن المعلوم أن الرسومات الموجودة في المعابد والمقابر والمقاصير وغيرها من مجموعات الآثار المعمارية تعد أية من آيات الإبداع الفني والزخرفي الذي خلفه لنا أجدادنا.

وهذه الرسومات تعلو سطوح الجدران والأعمدة والسقوف والمسلات، على أن الغالب منها موجود على طبقات مختلفة التركيب من المونه أو الشيد فوق سطح الصخور داخل الآثار المنحوته أو على سطوح طبقات الأحجار المبنية أو الطوب في الآثار المبنية.

ويمكن تعريف الرسم الجداري هو الرسم على الحوائط بعد عمل تكسيات ملائمة ومناسبة لطبيعة الموقع والمناخ لتهيئتها للرسم عليها، وهذا الرسم يكون على الجدار إما منزل، قصر، معبد، مسجد، كنيسة، دير.

وفي العصور الحديثة تعتبر الجداريات من أهم وسائل الاتصال الجماهيري حيث أنها غالبا ما تكون في أماكن عامه ولا تحتاج إلى عرض في معارض فنية يرتادها فقط المهتمين بالفن التشكيلي، كما قد تكون في العديد من الأحيان أداة مؤثرة وفعالة لتحقيق الأهداف السياسية أو

الإجتماعية وغيرها، وفي الوقت نفسه تعتبر تجميل للمدن والساحات والحوائط في الأماكن العامة والخاصة، كما أنها أحيانا قد تكون وسيلة دعائية ناجحة.

فالأردن كغيرة من البلدان شاع استخدام هذا النوع من الفن، فعند التعمق في تاريخ الأردن يلاحظ أن الرسومات الجدارية قد طبقت على جدران المقابر كالرسومات التي وجدت في مقابر قويلبة، والقصور كالرسومات التي زينت الجدران والأسقف في قصير عمره، والقليل من استخدام تزيين الجدران في المباني التراثية.

حيث تضمحل المباني التراثية في الأردن شيئا فشيئا لتنصب على أطلالها الأبنية الفخمة والأبراج الشاهقة التي تنفي تاريخ هذه المنطقة وحضارتها.

وفي هذه الدراسة سوف يتم التركيز على الرسومات الجدارية الموجودة في قرية الطره، فقد لوحظ أنها انتشرت في هذه المنطقة لوقت ما، حيث زينت بها جدران المباني، ثم بعد ذلك لم يعد هناك أي نوع من الاهتمام بهذا الفن. وسوف تنصب الدراسة في الحفاظ على الرسومات الموجودة في المبنى التراثي باستخدام أفضل الطرق وأحدثها دون إلحاق الضرر بالرسومات .

<u>تقسيم فصول الدراسة:</u>

<u>الفصل الأول (منهجية الدراسة):</u>

وسوف يطرح فيه مشكلة الدراسة، الهدف من الدراسة، الدراسات السابقة التي تطرقت إلى الموضوع، ومقدمة للبحث بشكل عام.

<u>الفصل الثاني (أنواع الرسومات الجدارية وطرق تلفها):</u>

- دراسة الرسوم الجدارية بالأردن وتطورها.
- أنواع الرسومات الجدارية وطرق تنفيذها.
- دراسة عوامل تلف الرسومات الجدارية بالمباني التراثية بالأردن.

الفصل الثالث (أساليب وطرق الصيانة والترميم):

- الأساليب التقليدية (الميكانيكي والكيميائي).

- الأساليب الحديثة (الأنزيمات).

- التقوية.

- الاستكمال.

الفصل الرابع (الفحوصات والتحاليل)

- تحديد الوضع الراهن للرسومات الجدارية في المبنى ووصفها بشكل دقيق.

- إجراء الفحوص والتحاليل

1. الفحص المبدئي بالعين المجردة والتصوير الفوتوغرافي.
2. الفحص الميكروسكوبي (ستيريو ميكروسكوب).
3. التحليل باستخدام جهاز طيف الأشعة تحت الحمراء (FTIR).
4. التحليل باستخدام جهاز حيود الأشعة السينية (XRD) X- Ray Diffraction.

الفصل الخامس (الجانب التجريبي والتطبيقي):

* الجانب التجريبي:.

- التجارب العملية:

1. إعداد العينات.
2. تطبيق مواد التنظيف التقليدية.
3. تطبيق التنظيف بالأنزيمات.
4. إجراء بعض الفحوص لمعرفة النتائج.

* الجانب التطبيقي:

- تطبيق التنظيف الميكانيكي والكيميائي على اتساخات الموجوده.

- تطبيق التنظيف بالأنزيمات على البقع الدهنية وذلك باختيار نوعية الأنزيم الذي ثبتت نجاحه من خلال الدراسات التجريبية.

مشكلة الدراسة

* نظرا لندرة الرسومات الجدارية بالمباني التراثية بالأردن، فقد تعرضت الدراسة للرسومات الجدارية بالمباني التراثية في قرية الطره إحدى قرى الرمثا، حيث تميز المبنى – موضوع الدراسة- باحتوائه على رسومات غطت جميع جدران المنزل.

وبسبب عدم الوعي الكامل للحفاظ على مثل هذه البيوت تم إستخدامه كمستودع، حيث تعرض المبنى إلى عدة عوامل من التلف، والتي بدورها أثرت على الرسومات الجدارية الموجودة به، وذلك من خلال الأتربة والغبار والسناج التي غطت بعض معالم الرسومات الموجودة.

الهدف من الدراسة:

الهدف الرئيسي:

تضمحل المباني التراثية في الأردن شيئا فشيئا لتقام على أطلالها الأبنية الفخمة والأبراج الشاهقة التي تنفي تاريخ هذه المنطقة وحضارتها، ومن هذا المنطلق تم اختيارأحد البيوت التراثية الموجودة في قرية الطره إحدى قرى الرمثا، حيث يعتبر هذا البيت التراثي الوحيد في القرية .

وكثير من المباني التراثية لا تتميز فقط بجمال أو فرادة مبانيها من الخارج، بل بتفاصيلها مثل الرسومات على الجدران أو النقوش على الأبواب أو النوافذ أو حتى تفاصيل مادة البناء سواء كانت طينا أو حجرا.

حيث أن المبنى الذي تم اختياره يحتوى على رسومات جدارية على كافة جدرانه، ومن النادر وجود مثل هذا المبنى والمحافظة عليه إلى الوقت الحالي، وقد جسد الفنان فيه فترة من فترات تاريخ الأردن تعود إلى الأمير طلال بن عبدالله، وللمحافظة على هذه الرسومات نحتاج إلى وضع برنامج صيانة وترميم الرسومات وإعادة تأهيل المبنى، وبذلك تعد أول الدراسة يمكن أن تحقق ذلك.

وأيضا بسبب قلة الدراسات في ترميم الرسومات الجدارية في الأردن وخاصة عمليات التنظيف باستخدام الأنزيمات.

* كذلك سوف تكون الأنزيمات هي المادة المستخدمة التي سوف تستخدم في تنظيف الإتساخات الموجودة على تلك الرسوم. وبذلك تعد هذه الدراسة القليلة التي أعدت في مثل هذا الاتجاه بمنطقتنا العربية.

* تتعرض الدراسة أيضا، إلى عمل دراسة مقارنة لاستخدام الأنزيمات واستخدام الطرق الكيميائية التقليدية.

محددات الدراسة:

سوف تقتصر هذه الدراسة على تنظيف وتقوية الرسومات الجدارية في المبنى التراثي الموجود في الطره، الذي تم بناؤه عام 1361هـ ، ويبعد 8 كيلومترات إلى الشمال الغربي من الرمثا.

ويحتوي هذا البيت على مجموعة من الرسومات المتنوعة هندسية ونباتية وحيوانية وآدمية.

منهجية الدراسة:

*** المنهج الوصفي:**

وصف الوضع الراهن للمبنى والرسومات الجدارية الموجودة فيه.

*** المنهج التحليلي:**

- تحليل وفحص النوعيات المختلفة من الإتساخات بالرسومات الجدارية لتحديد نوع وأسلوب التنظيف.

- تحليل طبقات الألوان والمكونات التي تحتوي عليها، وذلك لتحديد المواد التي سوف تستخدم في الاستكمال والتقوية.

*** المنهج التجريبي:**

إعداد العينات وتطبيق مواد التنظيف التقليدية عليها وتطبيق التنظيف بالأنزيمات، وإجراء بعض الفحوص لمعرفة النتائج.

*** المنهج التطبيقي:**

تطبيق التنظيف بالأنزيمات واختيار نوع الأنزيم المناسب، ومحاولة وضع مشروع خطه لإعادة تأهيل المكان من صيانة وترميم.

الجانب التطبيقي:

1- التوثيق:

وذلك حسب المواثيق الدولية في ترميم الرسوم الجدارية عالميا.

2- إجراء الفحوصات والتحاليل للإتساخات وللألوان الموجودة لمعرفة تركيبها الكيميائي:

- Infrared spectroscopy(FTIR): تحديد الوسيط المستخدم والاتساخات.

- X-ray diffraction (XRD): تحليل تركيب الألوان.

- Stereo microscope: تبين طبقات الاتساخ ومكونات طبقة التحضير.

3- التنظيف:

(التنظيف الميكانيكي – التنظيف بالمذيبات العضوية – التنظيف الكيميائي

– التنظيف بالأنزيمات).

4- الاستكمال وعمل الرتوش اللونية.

من أهم الضروريات التي تفرضها عمليات ترميم الرسومات الجدارية، وذلك للنواحي الفنية والجمالية لها.

الدراسات السابقة:

تستند الأبحاث والدراسات الحديثة على الدراسات السابقة حيث تكون بمثابة الأساس العلمي الذي يمكن الإعتماد عليه، كذلك تبنى عليه الكثير من الدراسات التي تهتم بدراسة علاج وصيانة الآثار بشكل عام. وإن كانت الرسومات الجدارية لها بعض الدراسات الخاصة ، حيث تتكون الرسومات الجدارية من الحامل وأرضية التصوير (الشيد Plaster) وطبقة الألوان حيث كانت أغلبية الدراسات على دراسة الأسلوب وطرق تنفيذها، ويوجد أيضا دراسات عن التنظيف أو التقنيات المستخدمة في علاجها، وكان التطرق لاستخدام الأنزيمات بشكل بسيط، أما في الأردن فلم يتم إستخدامه.

* قدم إبراهيم عبد القادر حسن. في كتابه " **ترميم وصيانة الآثار ومقتنيات المتاحف الفنية**" الصادر في عام 1979م، عن الوسائل والأساليب الخاصة بترميم وصيانة الآثار والمقتنيات المتاحف الفنية، وقد تحدث في أحد الفصول عن الرسوم الجدارية من حيث (تنظيف الأملاح، ترميم القشور السطحية، إنفصال طبقة المونه الحاملة للرسوم، وترميم الفجوات والشقوق والمساحات المفقودة، طرق النزع وإعادة تثبيت وتركيب الرسوم الجدارية، وتم تثبيت الألوان بمحلول الفينيل المبلمرة بنسبة 2% باستعمال فرشاة دقيقة وناعمة، وإستخدم خلات الفينيل المبلمرة بنسب متفاوت مع الماء في حالات مختلفة كتقوية الرسومات.

* قدم الباحث حسين محمد علي. في رسالته" دراسة **علاج الصور الجدارية وصيانتها بمنطقة آثار المنيا**" الصادرة في عام 1993م، دراسة عن إستخدام الأنزيمات في تنظيف الصور الجدارية وقد ذكر أن أفضل النتائج أمكن الحصول عليها من إستخدام النظام الأنزيمي المعزول من الكريل Krill.

* قدم الباحث محمد نصار في رسالته" **الرسومات الجدارية (الفريسكو) في منطقة شمال الأردن خلال الفترة الرومانية: دراسة تحليلية ومقارنة**" الصادرة عام 1996م، فقد تناولت هذه الدراسة الرسومات الجدارية في شمال الأردن خلال الفترة الرومانية، حيث تم العمل على تصنيف هذه الرسومات وعمل تحليل ومقارنة الرسومات في مقابر، وقد بين التقنيات المستخدمة في تنفيذ هذه الرسومات من خلال التعرف على طبيعة المواد المستخدمة وطرق معالجتها وتنفيذها لإعداد الأسطح. حيث كان الملاط المستخدم من الجبس وليس المتعارف عليه الجير، أما الألوان المستخدمة عبارة عن أكاسيد معدنية.

* تناول أحمد مفتي. في كتابه" **الرسم بالألوان المائية – التصوير بالفواش والتمبرا والتصوير بالألوان المائية**" الصادر عام 2000م، طريقة الرسم بالتمبرا وكيف كان يتم تحضير السطح قديما وكيف تؤثر الرطوبة على الألوان، وخصص بالذكر مقبرة "نفرتاري" وتناول أيضا المواد الوسيطة التي تعمل على تثبيت الألوان مثل (تمبرا الصمغ، الغراء، زلال البيض، تمبرا اللبن، تمبرا زيت الكتان، تمبرا دقيق الحنطة وأنواع أخرى).

* لقد تناول بيرجينيا ديل بوثو. في كتابه " **علم الآثار وصيانة الأدوات والمواقع الأثرية وترميمها**" الصادر عام 2002م، صيانة المواد في المواقع الأثرية قبل أعمال الحفر وبعدها، وكان من المواد التي تحدث عنها الكتاب الرسوم الجدارية وأسباب تلفها بشكل مختصر، وقد بين كيفية إجراء التثبيت الأولي للرسوم في الموقع حيث يمكن استخدام مقوي بنسبة منخفضة (بين 1-5%) حيث يكون قد أعادة التماسك للقشور المنفكة وللطبقات المرسومة، ويمكن أيضا تقوية القشرة المغبرة الحاوية على رسوم بإستخدام راتنجات أكريليكية مذابة بمحلول وبتركيز منخفض بارالوريد B72 في التراي كلورو ايثيلين .

* قدم الباحث محمد عوض. في كتابه " **ترميم المنشأت الأثرية**" الصادر عام 2002، صيانة وترميم المنشأت فيما يتعلق بخواص المواد الطبيعية والكيميائية والميكانيكية وبصفة خاصة المواد التي لها علاقة بالمنشأت. وتوضح أهم التقنيات الحديثة لطرق الفحص والتحليل، وقد تحدث في أحد أبوابه عن البوليمرات واللدائن الصناعية والمذيبات العضوية وخواصها وإستخداماتها في صيانة وعلاج الآثار، وقد تطرق عن علاج والترميم النقوش الجدارية وعوامل تلفها وأساليب النزع والنقل.

* قدم حسين محمد علي. في كتابه " **مبادئ ترميم وصيانة المقتنيات الفنية والأثرية** " الصادر عام 2002، إمكانية إستخدام الأنزيمات في تنظيف الصور الجدارية مع ملاحظة الدقة في إختيار نوعية الأنزيم حيث قد يؤدي ذلك إلى أن يلتهم الأنزيم المادة الرابطة للألوان.

* تناولت الباحثة منى فؤاد. في كتابها " **ترميم الصور الجدارية**" الصادر عام 2003م، عوامل التلف التي تؤثر على الصور الجدارية ومنها عوامل التلف الداخلية والمتمثلة في عدم التجانس فقد أوضحت عدم التجانس الفيزيائي والكيميائي بين مكونات الصورة الجدارية سواء في حامل الصورة أو طبقة الشيد أو الألوان . كذلك أوضحت الأخطاء في أسلوب تنفيذ الصورة الجدارية وما ينتج عنه من تلف للصور .

وقد تناول الموضوع من جوانب أخرى كل من :

* Bernard M. Feilden (1982), "**Conservation Of Historic Buildings**"

تحدث عن عوامل التلف التي تصيب المباني، ومنها ما يحدث من ضغوط وإنفعالات تؤدى إلى إحداث شروخ وإنهيار للجدران الأثرية وما تحمله من صور جدارية.

* Mora Paolo, Mora Laura (1984)," **The conservation of wall painting**"

تحدث عن الأساليب المتبعة في علاج معالجة وتثبيت القشور اللونية السطحية وعلاج مشكلة طبقات المونة الحاملة للصور الجدارية والمنفصلة عن حاملها والتي من خلالها يمكن معالجة الصور الجدارية والحفاظ عليها، وتحدث أيضا عن الطرق المختلفة في نزع الصور الجدارية.

*Horie C. V (1987), "**Materials for conservation**"

دراسة لمواد التنظيف والتقوية المستخدمة في ترميم المواد الأثرية ومنها المذيبات العضوية مثل التراي كلورو إثيلين والأسيتون وأنواع الكحول المختلفة ...الخ، ومواد التقوية مثل البارالويد Baraloid B72 والبولي فينيل الكحول والبولي فينيل أسيتات والبولي فينيل كلوريد وكذلك البريمال ومركبات السيلان.

* Saleh, S.A(1987), " **Moniting Wall Painting Affected By Soluble Salts (in) The Conservation of wall paintings**"

والذي أوضح تأثير الحرارة، وأن تعرض الصور الجدارية للجفاف الشديد يفقد طبقات الصور الجدارية صلابتها كما يؤثر على تماسك حبيبات اللون نتيجة فقد التماسك بالوسيط اللوني .

* Ali, Mona F.; Wahba, Wafika N. **The us e of enzymes in the detachment of mural painting.**

قامت الباحثتان بدراسة استخدام الأنزيمات في التنظيف وقد ذكرتا أن كفاءة الأنزيمات تزداد بارتفاع درجة الحرارة (37 – 50 °C) كذلك يعتمد نشاط الأنزيمات على درجة (PH) ويمكن الحصول على أفضل النتائج في وسط حمضي (PH 7 – 4).

نجد من خلال ما سبق أن جميع الباحثين الذي تم ذكرهم قاموا بدراسة مواضيع متعددة ذات صلة مباشر وغير مباشر بموضوع الدراسة.

وقد تم الاستفادة من هذه الدراسة بشكل أقل من المتوقع، وذلك لحداثة استخدام مثل هذه المواد في أعمال التنظيف.

الفصل الثاني

أنواع الرسومات الجدارية وطرق تنفيذها

أولا: دراسة الرسومات الجدارية في الأردن

بدأت حياة إنسان المغاور في طبيعة قاسية لا ترحم وكل من حوله عدو له , وقد بدأ في التعايش القسري مع الطبيعة العذراء والحيوانات المفترسة، كل ذلك جعل من حياته مدرسة يتعلم منها أسلوب وفكر وعقيدة عذراء، وهنا بدأ يجسد عالمه الفكري والمادي .

وأخذت تنشأ لديه أسئلة وأفكار حتى وصل بفكره إلى تجسيد الإنسان العاقل مشاعره ومعتقداته عبر كل الأنواع الفنية كالنحت والرسم والحفر، وكان من أهم إبداعاته التصوير الجداري والذي أخذ مساحات كبيرة ليعبر عن ما يختلج فكره من أحاسيس وأفكار تصور حياته الطبيعية والعقائدية.(فايز 2010: 1)

بدأ الإنسان في تعلم الرسم منذ آلاف السنين، قبل أن يعرف القراءة والكتابة على كهفه، وعلى السفوح الجبلية المحيطة به، سجلها التاريخ بمداد من ذهب؛ لتكوين شاهدة على تفوقه، وبخاصة في التغلب على القسوة.(مرزوق 2010)

ولكل حضارة فنية لها نمطها وأسلوب مميز والخاضع لفلسفة كل عصر، وقد تنوعت الأنماط في المدارس المعاصرة تنوعا بارزا، حتى أن الاتجاه الفني الواحد الآن نرى فيه العديد من الفنانين كل يعبر بأسلوب يختلف عن الآخر، سواء في الخامات المستخدمة أو الطريقة أو حتى تسمية العمل الفني نفسه. (الشال 1984: 188)

وتنتشر الرسوم الجدارية داخل المباني والمنشآت الأثرية، خاصة المعابد والمقابر والكنائس والمساجد، وذلك أما لأغراض التزين أو التسجيل أو لتفسير بعض المواقف الدينية والاجتماعية أو فيما يتعلق بالحياة الدنيا وبالعالم الأخر(صدقي 1988:405)

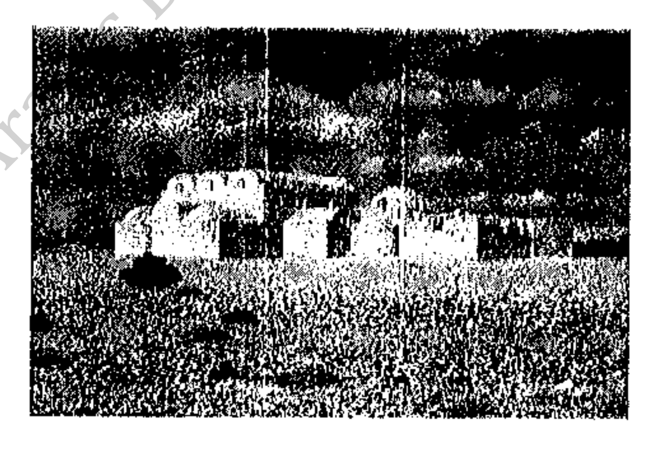
وتعتبر الرسومات الجدارية من الموضوعات الفنية الهامة، حيث يعبر هذا الفن على أرث تاريخي لحضارات سابقة.(باسندوة 2007: 1)

وازدهرت الأردن بهذا الفن حيث تعتبر بعض الأماكن عبارة عن لوحه فنية بحد ذاتها، ويوجد العديد من المواقع الأثرية التي تحتوي على الرسومات الجدارية داخل المقابر في منطقة شمال الأردن في العصر الروماني مثال على ذلك قويلبة، بيت راس، مرو، سوم، وجرش(نصار 1996: 1)، وتحتوي الفترة الأموية على مجموعة من القصور والمباني التي توجد فيها الرسومات الجدارية مثل قصير عمرة، والمشتى، والحرانة، والحلابات، حيث توجد أيضا بعض المباني القديمة التي تحتوي على الرسومات التي تأثرت بالتقاليد الموجودة مثل الطرة. (باسندوة 2007: 3)

وسوف نتحدث عن بعض المواقع الأثرية التي توجد فيها الرسومات الجدارية:

<u>قصير عمرة</u>

هو عبارة عن لوحة فنية بحد ذاته وما يجعله أكثر إثارة هو أنه لوحة فنية عليها مئات اللوحات الفنية المتمثلة بالرسومات الجدارية الرائعة في هذا القصر الرائع انظر الشكل(1).



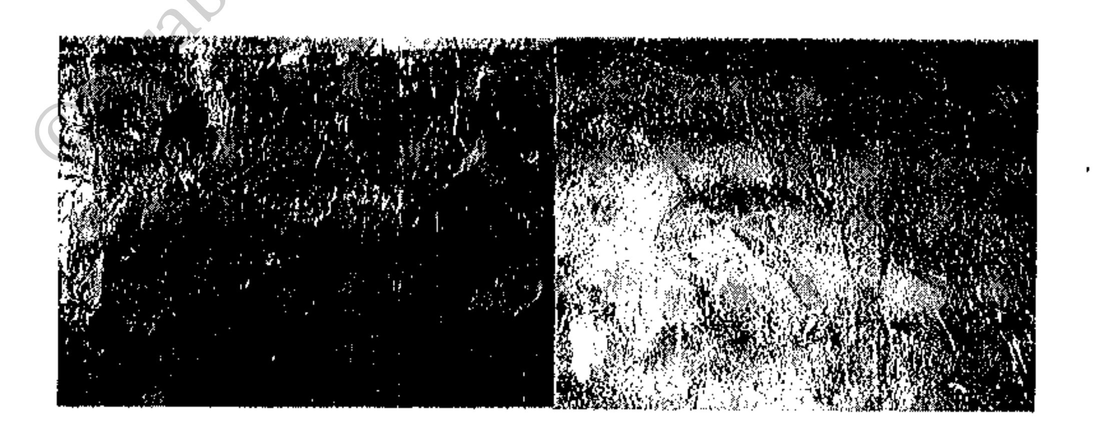
الشكل (1): يوضح الشكل الخارجي لقصير عمرة

يقع هذا البناء الصغير الذي يعد أكثر القصور الأموية جاذبية وأهمية في منخفض عريض بمحاذاة وادي البطم على مسافة 85كم إلى الشرق من عمان، حيث غطيت وجوه جدرانه

الداخلية بالفريسكو، حيث يتألف البناء من ثلاثة عناصر رئيسية: قاعة الاستقبال، غرف الحمام، ثم المنشآت المائية(خوري 1988: 17)، وكان هذا البناء خلال الفترة 705-715 بعد الميلاد في عهد الخليفة الأموي الوليد الأول. حيث كان يؤدي غرضين فيستعمل مربعا تبدأ من رحلات الصيد ويستعمل كذلك للاستحمام (هاردنج 1983: 195)

وتمثل هذه الرسومات ملكا جالسا على عرش وهو الملك الذي بنى هذا الحمام، وفي الجانب الأخر توجد لوحة لإمرآة تمثل آلهة النصر كما يوضحها الشكل (2)، وقد حفرت فوق رأسها كلمة (تيخي) الإغريقية بينما خضع أمامها أربعة أشخاص علامة الطاعة.

وفي أماكن أخرى كانت هناك رسوم تمثل تجارا وموسيقيين وراقصين ورياضيين ومشاهد صيد مختلفة ظهرت فيها كلاب وأبراج الكواكب انظر الشكل (3) و(4)، بينما غطيت جدرانها بتماثيل عادية للنساء والأطفال وتوجد بعض أشكال الطيور والحيوانات والجمال والأسود وبعض الأشكال النباتية ويوضح الشكل (5) بعض الحيوانات الموجودة .(عصفور 2009: 189-190)



الشكل (2): امرأة متوجة بعلامة النصر من قصير عمرة   الشكل(3): لوحة تمثل الرياضة في قصير عمرة



الشكل(4): دب يعزف على آلة موسيقية الشكل (5): يوضح الغزلان الموجودة على الجداريات

وكان النهج الأساسي في هذه الرسومات نهجا بيزنطيا يشابه العديد من الأمثلة الفنية الموجودة في أماكن أخرى في سوريا(عصفور 2009: 190)، وهذه الرسوم على جانب كبير من الأهمية لأنها تعتبر أقدم الرسوم التي استخدم فيها أسلوب التصوير بالألوان المائية في العصر الإسلامي، وتعبر عن التقاليد الفنية التي كانت سائدة في بلاد الشام في العصر الأموي، وتعددت الألوان المنفذة مثل: الأزرق، البني الداكن، البني الفاتح، اللون الأصفر الداكن (الرشدان 2009: 63)

قصر الحلابات

يقع هذا القصر مسافة (25كم) إلى الشمال الشرقي من مدينة الزرقاء والأزرق، حيث بدأت دائرة الآثار العامة أعمال التنقيب الأثري في قصر الحلابات بالتعاون مع مركز الأبحاث الفرنسي من سنة 1980(الرشدان 1994: 17)، حيث تشاهد على بضعة أمتار من أسوار القصر بقايا جامع صغير، وقد بني بناء دقيقا وجميلا للغاية حيث كان الرواق المؤدي إلى الجامع يشبه إلى حد بعيد أروقة الكنائس القديمة الموجودة في سوريا(عصفور 2009: 187)

أعاد الأمويون بناء القلعة وغطو الجدران بالجص الملون والرسومات الفريسكو و فرشوا الأرضيات بالفسيفساء وفي الإيوان الجنوبي الشرقي تم اكتشاف أرضية مزينة برسوم الحيوانات البرية كالغزال والذئب والأرنب ورسوم الطيور والأسماك.(الرشدان 2009: 30)

بيت رأس

إن اسم بيت رأس القديم هو كابيتوليلس وليس دايون وهو الإسم القديم للحصن وربما كان اسم ايدون الحالي لقربها من الحصن.

وهي أحد مناطق محافظة إربد في الأردن التي تقع على مرتفع يشرف على سهل حوران في الشمال، وقد ازدهرت بيت راس عندما تم إلحاقها بالحاف التجاري المعروف بالمدن العشر الديكابوليس (المدن العشر: فيلادلفيا، جراسا، كانثا، جدارا، ابيلا، بيلا، اربيلا، كابيتوليس، دايون، سيكثوبوليس) . (عصفور 2009: 138-139)

حيث تعتبر أثار بيت رأس خرابا كبيرا، وتقوم البيوت القرية الفقيرة المعاصرة فوق أماكن التي كانت تحتلها الشوارع كابيتولياس وهياكلها وكنائسها، حيث يوجد فيها مغاور نحتت في الصخر لها أبواب حجرية ضخمة وعلى جدرانها نقوش وكتابات وتستعمل اليوم مخازن للحبوب والتبن. وحيث عثر عام 1973 على مدفن مزين بمشاهد من الأساطير الإغريقية. (هاردنج 1983: 61)

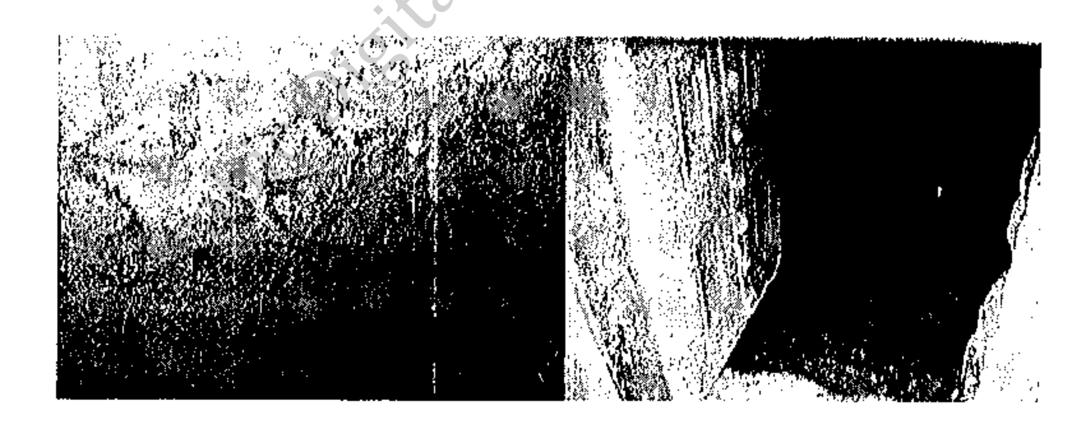
قويلبة

تقع قويلبة (Abila) إلى الشمال الشرقي من اربد، حيث تبعد عنها حوالي ثلاثة عشر كيلومترا تقسم إلى ثلاث مناطق رئيسية هي تل أبيلا وخربة أم العمد ومنطقة السرج(الدرابسة 2011: 122) ، وقرب قرية حرثا وتعتبر قويلبة من مدن الديكابوليس (المدن العشرة)

(العابد:2004: 149) ، وحرثا هو الاسم المتعارف عليه ل قويلبة. الأسماء القديمة ل قويلبة هي : Abila أبيلا، Raphana رافانا ،Tel Abil تل ابيل(ويكيبديا 2011).

ويعود إلى 133 ميلادي، وازدهرت مدينة قويلبة خلال العصور الهلنستية والرومانية والبيزنطية، وأجريت فيها العديد من الحفريات الأثرية(الدرابسة 2011: 122)، وتميزت مدافنها برسوماتها الجدارية من نوع (الفريسكو) خلال العصر الروماني(نصار 1996: 3).

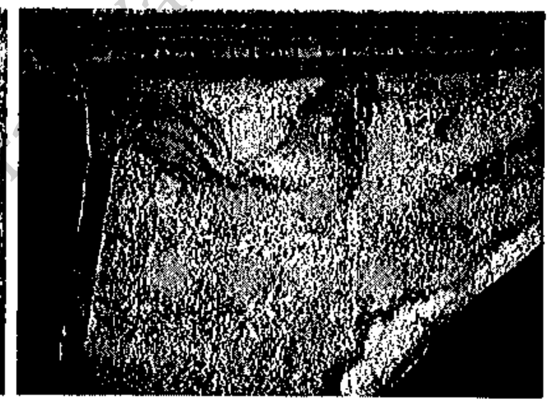
ومن أثارها الواضحة للعيان وعلى التلة الجنوبية بقايا كنيستين بيزنطية وسور المدينة القديم. وعلى الطرف الشرقي للوادي تنتشر المدافن الأثرية منها ما هو محفور في الصخر والبعض الآخر ذا أبواب حجرية بازلتية تكسو جدرانها قصارة تعلوها رسومات ذات ألوان متعددة بأشكال هندسية غاية في الروعة والإتقان كما يوضحها الشكل (6) و(7). (العايد 2004: 149-150)



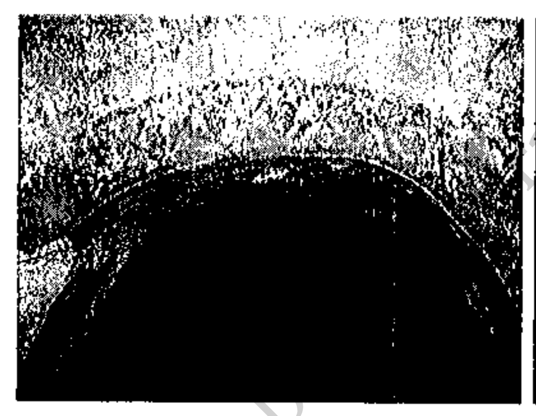
الشكل رقم(6): تبين الأبواب البازلتية في قويلبة الشكل رقم(7): الخطوط الهندسية في مقابر قويلبة

وقد بدأت التنقيبات الأثرية في منطقة قويلبة عام 1959 ميلادي من قبل دائرة الآثار العامة وقامت بفتح إحدى القبور الملكية الغنية، وبعد التنقيب تم الكشف عن قاعة رئيسية حفرت على جوانبها كوى كانت عبارة عن مقابر مزخرفة بالرسومات المنفذة بطريقة الفريسكو، ووجد

إطارات من رسوم ملونه على قصارة تمثل مختلف المناظر لحيوانات وعربات في إطار نباتي كما هو واضح في الشكل (8)، ووجد في إحدى القاعات ثلاثة نواميس ضخمة ووجد عليهم حفر بارز لأسدين وحفر بارز لنسرين ووجد على المدخل في الجانب الأيمن حفر بارز لنخلة، وثور، وصورة لملك الموت وصورة امرأتين من النائحات، وعثر على كتابه باللغة اللاتينية، وقد أرخت سنة(47ق)، وعثر في مدافن قويلبة على (700) قطعة أثرية تعود في تاريخها إلى العصر البرونزي المبكر، وتنتهي بالعصر البيزنطي وجميعها موجودة في متحف عمان(درابسة 2011: 123).



تبين رسومات الحيوانات في قويلبة



يبين إطار نباتي في احد مقابر قويلبة

الشكل رقم (8)

وتحتوي مدافن قويلبة على عدة أنماط من التصاميم منها: التصميم المستطيل والتصميم المستطيل ذو القبة أو القبتين، والتصميم الثالث: ذو الحنايا المستطيلة الشكل المغطاة بقوس، وقبر ذي سقف المثمنات تتقدمه رواق مفرده(باربية 1984: 23).

وتمتاز قويلبه أيضا بانتشار لوحات فسيفسائية فيها جاء في إحداها رسم مزخرف لدبين يأكلان قطفا من عنب إضافة إلى وجود رسومات كثيرة لغزلان ورسوم لشخصيات مرموقة وقد كتب

تحت كل لوحة أو رسم اسم صاحبها.وتكثر في السفح الغربي الجرار الفخارية التي صـــممت لوضع رفات الأموات بداخلها، وأقام سكان المنطقة القدماء جسرا حجريا ليتم ربـــط الجانـــب الغربي، بالشرقي منها وبها بقايا كنيستين بيزنطيين وبالرغم من الاكتشافات لا تزال معظـــم آثار أبيلا مدفونة تحت الأرض، و تتعاقب عليها فرق أثرية من جميع أنحاء العالم لاستكشافها.

ثانياً: أنواع الرسومات الجدارية وطرق تنفيذها

نشأت الأساليب الفنية للتصوير منذ فجر التاريخ، حيث بدأ فنان العصور ما قبل التاريخ يزين كهوفه بنقوش ورسومات تعبر عن العادات والمعتقدات في ذلك الوقت وتتطور الأساليب الفنية مع مرور الزمن من حيث الأسلوب وطرق تنفيذها (فؤاد2003: 7).

الأسلوب الأول:

1- أسلوب التمبرا *Tempera Technique*

تمبرا هي كلمة يونانية تعني Medium أي سواغ أو وسيط، حيث أن المادة الأساسية لها دور أساسي في تثبيت الألوان (إبراهيم 2007: 62)

حيث يشير Mora أن أسلوب التمبرا هو الأسلوب الذي تخلط فيه الألوان بالمادة الوسيطة قبل التلوين بها وذلك على أرضية جافة ويقوم الوسيط بربط طبقة اللون بالسطح المنفذ عليه كما يربط حبيبات اللون بعضها البعض (Mora 1984: 13).

وهناك العديد من التعريفات لهذا المصطلح، فمعجم المصطلحات في الفن والتربية الفنية يطلق على هذا المصطلح بأنه طريقة استخدمت في فن التصوير باستخدام زلال البيض وخلطه باللون مع قليل من الماء، واستخدمت هذه الطريقة في العصور الوسطى وأوائل عصر النهضة والمخطوطات الإسلامية المصورة وقد وجدت حشوات مجهزة panels " مساحة معينة يرسم أو يزخرف عليها سواء كانت على الأبواب أو في الجدران أو شكل آخر" مجهزه بالجبس ومرسوم عليها بألوان التمبرا، كما استخدمت أوراق الذهب والفضة ضمن العناصر اللونية(الشال 1984: 282)، ويعرفه معجم المصطلحات الأثرية(الإنجليزية – العربية) بأنه

اصطلاح عن الإيطالية يدل على الرسم بالألوان على سطح مدهون بطبقة من الغراء أو صفار البيض أو الصمغ العربي مثل الورق أو الورق أو القماش أو الجبس مع التلوين عليها بالأكاسيد اللونية المختلفة (صدقي 1988: 376).

وهناك نوعان من المواد المستخدمة هما مادة الوسيط المستخدمة في التصوير والمادة العضوية المستخدمة في طلاء سطح الرسومات الجدارية والتي طبقت عليها، والمواد الطبيعية الرابطة (الوسيط) الغراء، والصمغ. (إبراهيم 2007: 15).

وألوان التمبرا Tempera هي عبارة عن ألوان شفافة ولها القدرة كبيرة على تغطية السطوح، فيتم تحضيرها بوسيط مائي لاصق، كالمواد الراتينجية مثل الصمغ العربي ويطلق على هذه الألوان بعد صناعتها ألوان الجواش (Gouche) " نوع من الألوان تحل بالماء وتستخدم في الرسم، والجواشية: صورة مرسومة بهذه الألوان (صدقي 1988: 168)"، أو يتم تحضيرها بواسطة المواد الغروية الحيوانية مثل (غراء الأرنب، والأسماك، أو الغراء الحيواني من قرون وحوافر الحيوانات، أو زلال البيض أو المواد المعدنية كالشمع المذاب في عطر طيار مثل التربنتين، ومن الشمع نوعان شمع حيواني مثل شمع النحل، وشمع معدني من مستخرجات البترول، وشمع نباتي مثل شمع الكرنوبا. وكان يتم استخراج الغراء من العظام والجلود والغضاريف باستخلاصه بالماء المغلي ثم التركيز بالتبخير وصبه في قوالب ليبرد ويتحول إلى ماده صلبه وقد استعمل في تكوين الملاط، ولقد انتشرت ألوان التمبراTempera في العصور القديمة انتشاراً واسعاً وكبيراً في العصور التاريخية، وما زالت حتى الآن تستعمل في كثير من العمال الفنية (المفتي 2000: 21-23).

ويتنوع أسلوب التمبرا Tempera طبقا لنوع الوسيط المستخدم لتثبيت الألوان ومنها:

أ) تمبرا الألوان المائية *Water Color Tempera*

وهو أقدم الأساليب التي استخدمت في الرسم وتعود إلى العصور القديمة، وقد اكتشفه الإنسان منذ بدء وعيه وخلقه. وقد لاحظنا ذلك من خلال ما تركت لنا الحضارات القديمة من مخلفات والرسومات تشهد على صحة ما نقوله فقد زين قدماء المصريين (الفراعنة) معابدهم ومدافنهم بألوان التمبرا المائية التي ظلت محفوظة عبر العصور والدهور (المفتي 2000: 69).

حيث يتم هذا الأسلوب على أرضية جافة وبيضاء بعد أن يتم مزج قليل من المواد الملونة المسحوقة سحقا جيداً وناعماً وتخلط مع الماء والصمغ العربي(إبراهيم 2007: 15).

ويعتبر هذا النوع من الأنواع الصعبة في الرسم على الرغم من أن الألوان لا تحتاج إلى تحضير خاص، كما يحدث في الألوان الزيتية مثلا، إلا انه ليس من السهل تغيير المساحة الملونة بعد تغطيتها بلون أخر أو بعد تلوينها (الكوفحي 2009: 144)

وقد كان الفنانون الأوائل يستخدموا الأصباغ الموجودة في الطبيعة سواء في النباتات أو على الأرض نفسها، حيث تأتي الألوان المائية على صورتين: الأولى على شكل معجون يحفظ في أنابيب ألمونيوم مغلقة توضع الكمية المناسبة منها على باليتة من البلاستيك وتحل بالماء. والثانية

تأتي على شكل أقراص جافة تم مزجها بالصمغ العربي لتحافظ على تماسكها وتحميها من التشقق الذي يكون بفعل الرطوبة وتكون مجهزة من قبل المصنع (كيوان 2005: 12-13)

ويمكن الحصول على تنويعات في قوام اللون عن طريق أو زيادة كمية الماء المضاف إليه، واستخدمت في القرن التاسع عشر هذه الألوان حيث كان الخشب قاعدة للرسم والتلوين فوقه بإضافة إلى جلود الحيوانات (الرق)، ثم أصبحت هي الأرضية المفضلة للألوان المائية في العالم الغربي وفي الشرق الأقصى تم تكسية الورق بطبقة من الحرير للحصول على سطح قوي وجذاب (السيد 2003: 123)

ب) تمبرا الصمغ Gum Tempera

يستخرج الصمغ من شجر السنط وينمو في مصر بكثرة وأجود أنواع الصمغ كان يحصل عليه قديماً من مصر والسودان(فؤاد 2003: 37)، ويختلف إنتاج الصمغ من شجرة إلى أخرى ومن منطقة لأخرى ولكن بشكل عام كلما كان الطقس أكثر حرارة كلما تسارع إفراز الصمغ، ويكون ذلك من خلال ظاهرة " دفاع الشجرة عن نفسها" وذلك بقيامها بإفراز الصمغ لقفل الجروح الناتجة عن الطق بالفأس أو الحربة أو أي اله حادة وحتى لا تجف وتموت(حسن 2006: 47-48).

ولصناعة الألوان المائية التي تستعمل في الرسم بإسلوب تمبرا الصمغ يتم إحضار محلول الصمغ بإضافة الماء المغلي بنسبة 1-2 بالوزن على أن يكون مسحوقا، ويترك لمدة يوم واحد على الأقل حتى تتم الإذابة الكاملة للصمغ ثم يرشح بعد ذلك، وعند استخدامه كوسيط يتم تخفيف هذا المحلول (فؤاد 2003: 37). أما إذا كان الصمغ كتلا فيترك ليذوب في الماء جيدا ويصفى ويضاف إليه مادة تحفظه من التعفن مثل قطعة من الشبة أو الكافور أو أي مادة تمنع الخليط من التعفن والفساد، ويمكن إضافة قطرات من الجلسرين حتى تصبح طبقة اللون لينة وناعمة السطح فلا تتكسر بعد جفاف اللون(المفتي 2000: 29).

وفي كثير من الأحيان خلط الفنان القديم محلول الصمغ المركز والمتوسط التركيز بالمواد الملونة وتركها لتجف ليعمل منها ألوان مائية جافة تسمى بالأقراص الملونة Pigment cakes تخلط بالماء عند الرسم. وقد وجدت هذه العجائن على كثير من لوحات الكتابة (إبراهيم 2007: 50)، وقد استخدم الصمغ مع كل المواد الملونة الطبيعية والتي يمكن سحقها سحقا جيدا (فؤاد 2003: 38).

* خصائص الصمغ العربي *Properties of Gum Arabic* :

1- الذوبان في الماء *Solubility*

له قدرة على الذوبان في الماء البارد معطيا تركيزاً يصل إلى 55%.

أما بقية الأصماغ فهي إما عديمة الذوبان في الماء أو تعطي معلقات غروية ليست بالمحاليل.

2- اللزوجة *Viscosity*

لا يمكن أن يكون محلول الصمغ شديد اللزوجة إلا إذا زاد تركيزه عن 40-50%

3- اللون *Color*

الدرجات الممتازة منه شفافة عديمة اللون، أما الدرجات المتوسطه منه فلها لون شاحب كلون التبن.

4- الألياف *Fibers*

الصمغ العربي يعتبر من المواد ذات الألياف الذائبة حتى درجة 95 م^{0} من التركيز، ويعتبر خالياً من السموم عموما(حسن 2006: 36-37).

جـ) تمبرا الغراء *Glue Tempera*

لقد عرف الغراء كمادة لاصقة ويتم استخراجها من بعض المواد الجيلاتينية مثل العظام والجلود والغضروف وذلك بالاستخلاص بالماء المغلي ثم تركيز السائل بواسطة التبخير ثم صبه في قوالب يتحول فيها بالتبريد إلى كتلة جامدة (المفتي 2000: 30).

وكان يتم تحضير وسيط الغراء قديماً بإذابة الغراء الحيواني في ماء دافئ بنسبة (1-4) لمدة 24 ساعة ثم يوضع في الغراية المزدوجة في الإناء الداخلي ويسخن الإناء الخارجي (حمام مائي) بطريقة منتظمة حتى تتم إذابة كاملة للغراء في الماء، ثم يأخذ منه المحلول المخفف والذي كان يستخدم كوسيط عند التصوير بعد خلطه، وقد استخدم وسيط الغراء للتلوين بالمواد الملونة الطبيعية أو المحضرة صناعيا والتي يمكن سحقها سحقا جيدا مثل الفحم النباتي وذلك بسبب مقدرة وسيط الغراء على اللصق أكثر من وسيط الصمغ (إبراهيم2007: 75).

د) تمبرا زلال البيض *Albumen Tempera*

استخدم هذا الأسلوب قديما حيث كانت تخلط المواد الملونة والمسحوقة سحقا جيدا بمحلول مائي من بياض وصفار البيض أو محلول صفار البيض فقط، وكان يستخدم كوسيط للتلوين على أرضيات التصوير(إبراهيم 2007: 75)، حيث أن مادة زلال البيض مادة معقدة التركيب تحتوي على الكبريت بنسبة صغيرة(المفتي 2000: 31).

ومن الدليل على استخدام زلال البيض في الرسومات أن اللون لا يتأثر بالماء البارد والساخن، وأيضا لا يتأثر بمحلول الصابون، وعند تسخينه يتفحم ويتصاعد منه غاز النشادر NH_4 ولا يذوب في حمض الهيدروكلوريك HCl ولكنه يذوب في الحمض المركز.

ويمكن القول أن وسيط صفار البيض أفضل بكثير من بياض البيض لأنه أقوى في قوة اللصق من بياضه ويمكن توضيح ذلك من التركيب الكيميائي الموضح في الجدول التالي لكل منهما(إبراهيم2007: 76)، علما بأن النسب ليست ثابتة بل أنها تختلف من عينه لأخرى حسب النوع وطبيعة الجو ويوضحها الجدول رقم (1). (المفتي 2000: 32)

المكونات	بياض البيض	صفار البيض
مادة زلالية	%84.8	%51.3
مواد دهنية وزيتية	%20	%22
ليسثين	أثار طفيفة	%9
مواد معدنية ذائبة	%0.7	%1
مواد أخرى	%2.3	%1.7
مواد زلالية	%12	%15

جدول (1) يوضح النسب المئوية للمواد المكونة لكل من صفار وبياض البيض .

ومن مميزات ألوان التمبرا التي يستعمل فيها زلال البيض كوسيط ما يلي: (المفتي2000: 41)

1. عدم اصفرار اللون أو عدم غمقانه مع مرور الزمن.
2. كلما جفت الألوان تصبح لونها اللوحة أزهى.
3. ثبات اللون إلى درجة كبيرة.

4. لا يذوب اللون في الماء.

5. عدم تداخل الألوان مع بعضها حيث تكون الألوان والخطوط واضحة ومحددة.

إلا أنه يوجد في استخدام هذا الأسلوب بعض العيوب تتمثل في:

1. يحتاج العمل إلى عناية كبيرة في الإدارة.

2. من الصعب تصحيح اللون أو تعديلة.

3. لا يمكن حفظ اللون إلى فترة طويلة عند إعداده ومما يتطلب مجهود أكثر .(المفتي 2000: 41-43)

4. الطبقة اللونية في أسلوب تمبرا زلال البيض تتميز بمساميتها المنخفضة ، وعند تعرضها لتأثير ظروف جوية فيها تفاوت كبير في درجات الحرارة ومعدلات الرطوبة في ساعات الليل والنهار وفى فصور السنة المختلفة تتقشر بمعدلات أكبر من غيرها وذلك نظراً لاختلاف معامل تمددها وانكماشها عن معامل تمدد وانكماش ما يقع تحتها من طبقات لذا فإنها لا تصلح لصور الواجهات.(شاهين2002: 91).

<u>الأسلوب الثاني:</u>

2- أسلوب الفريسكو*Fresco Technique*

أستخدم هذا الأسلوب بصفه عامه وغالبا في أوروبا وخاصة إيطاليا، وتعني كلمة فريسك بالإيطالية "طازج" Fresh ، حيث يعتمد هذا الأسلوب في التصوير على الرسم على الحائط (أرضية التصوير) عندما تكون طازجة (رطبة) ولم تجف بعد، وقد فضل هذا الأسلوب لقلة تكاليفه (إبراهيم 2007: 77)، وقد طبقها الفنان المصري القديم على جدران مقابره ومعابده

على الجص الجاف، بينما طبقها لفنان ميكل أنجلو عبقري عصر النهضة على الجص الرطب في سقف كنيسة سيستين بروما (الشال 1984: 123).

وتعد الرسومات المنفذة بطريقة الفريسكوFresco واحدة من أهم الرسومات التي شاع استخدامها خلال الفترة الرومانية، وقد حظيت شمال الأردن التي تم تحديدها من نهر الزرقاء جنوبا حتى نهر اليرموك شمالا بالعديد من المواقع التي احتوت على عدد كبير من اللوحات المنفذة بطريقة(الفريسكو) وهي قويلبة، بيت رأس، مرو، سوم، جرش، وقد نفذت الرسومات على الأسقف والجدران والحنيات في مقابر شمال الأردن(نصار، محمد 1996: و).

ومن الأمثلة أيضا على الرسومات الجدارية بالفريسكو هو تزين جدران قصير عمرة وهي تبرز بوضوح مؤثرات الفن الهلنستي (صدقي، 1988: 32).

وقد بلغ الفريسكو ذروته في فنون الرومان والتي استمرت خلال العصور المسيحية، وعصر النهضة، كما ازدهرت في إيطاليا في الفترة من القرن الرابع عشر إلى السادس عشر (فؤاد، منى 2003: 40).

وفي الحالة التطبيق الفريسكو يصبح اتحاد لثاني أكسيد الكربون CO_2 الجوي مع طبقات الجير(هيدروكسيد الكالسيوم) المكونة للأرضية لتكون طبقة غير قابلة للذوبان في الماء من كربونات الكالسيوم، وعند امتصاص مادة اللون من على أرضية قبل تمام جفافها فيدخل في سمك طبقة الأرضية ويصبح ثابتا لا يمكن إزالته بالماء. حيث يكون اللون قد تشرب داخل مسام السطح مما يصعب تأثره بالعوامل الجوية المحيطة وذلك عكس التمبرا (إبراهيم 2003: 78).

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O$$

ومن أهم مميزات أسلوب الفريسكو :

1- سهولة الحصول على الألوان وتناولها حيث يكتسب التأثير اللوني من الإضاءة درجات تتراوح من النصاعة إلى القتامة والإعتام .

2- وسيلة تناسب دائماً احتياجات العمارة.

3- يتميز بسعة مساحاته وقلة تكلفته.

4- ترى الألوان ذات عمق في السطح حيث أن التصوير على سطح رطب يجعل مواد التلوين تتخلل التكوين وتصبح ألوان ثابتة لا يمكن إزالتها بالماء.

5- عمرها مرتبط بعمر المبنى الحامل لها.

ومن عيوب أسلوب الفريسكو ما يلي:

1- يعد الفريسكو الرطب أكثر أنواع التصوير صعوبة في التكنيك.

2- المجموعة اللونية المتاحة أمام المصور محدودة.

3- المدى الزمني المتاح للمصور لكي ينجز عمله فيه مرتبط ببقاء الملاط رطباً وحيث أن الملاط سريع الجفاف فإن هذا يلزم الفنان بألا يتردد في عمله.

4- الوصلات بين الملاط بين يوم وآخر لابد وأن تتطلب مهارة من الفنان بحيث تندمج في التصميم .

5- لا يقبل ألوان سميكة تضاف إليه مثل التصوير الزيتي.

6- لا يمكن استخدام الفريسك بأمان في جو المدن الصناعية التي ينتشر في جوها عنصر الكبريت لأنه يحول كربونات الكالسيوم اللاصقة $CaCO_3$ إلى سلفات الكالسيوم $CaSO_4$ مما يؤدي إلى التفكك السريع (السروجي 2010: 113)

طرق تنفيذ الرسومات الجدارية:

كل حضارة فنية لها نمطها وأسلوبها المميز والخاضع لفلسفة كل عصر، وقد تنوعت الأنماط في المدارس المعاصرة تنوعا بارزا، الآن نرى العديد من الفنانين كل فنان يعبر عن أسلوب بطريقه مختلفة، سواء في الخامات المستخدمة أو الطريقة (الشال، عبد الغني. 1984: 268).

ولذلك عند فحص لوحة جدارية نجدها تتكون من ثلاث عناصر أساسية هي:

1. حامل التصوير Support
2. أرضية (أرضيات التصوير) Painting ground
3. طبقة الغسول الأبيض White wash
4. طبقة الألوان Painted layer

لذا من الضروري معرفه واستعراض أهم مواد التصوير الجداري، والمواد الداخلة في أرضية التصوير وأيضا مواد طبقة الألوان من مواد ملونه ووسائط عضوية استخدمت في هذه الطبقة.

أولاً: حامل التصوير **Support** :

الحامل في حالة التصوير الجداري هو عبارة عن جدران المباني الأثرية والمواد المستخدمة في هذا الحامل إما من الحجر الجيري أو الحجر الرملي وتم استخدام مواد أخرى مثل الطوب اللبن والطوب المحروق .

- <u>الحجر الجيري *Lime stone* :</u>

هو صخر رسوبي وهو يتكون من معدن الكالسيت(كربونات الكالسيوم $CaCO_3$) حيث يحتوي على 50% من معدن الكالسيت كما يحتوي الحجر الجيري غالبا على بعض المعادن مثل السيليكا والطين (الهيماتيت والماجنتيت). (فؤاد 2003: 24)، وحيث يعتبر الحجر الجيري أكثر الصخور شيوعا من الصخور الموجودة على سطح الأرض حيث يتكون حوالي 10% من سطح الأرض من الحجر الجيري، ويرجع الإختلاف في تعدد الألوان في الحجر الجيري إلى إختلاف أنواع الحجر، لذلك يكون الحجر الجيري النقي غالبا مائلا للبياض بينما يرجع الإختلاف في ألوان الحجر إلى وجود العديد من الشوائب مثل أكاسيد الحديد، ومن أهم الألوان التي نجدها: الحجر الجيري ذو اللون الرمادي، وذو اللون الأحمر. (عوض 2002: 87)

حيث يظهر الحجر الجيري على شكل بلورات شفافة واضحة (Gettens,feller 1975: 157)، وعندما تزداد نسبة السيليكا في الحجر يسمى حجر **جيري سيليسي**، وإذا زادت كمية الطين فيه يسمى حجر **جيري طيني**، ويسمى **حجر منجنيز** إذا زادت نسبة المنجنيز عن 15%. (شحاته 1986: 22)

- <u>الحجر الرملي *Sandstone* :</u>

صخر طبيعي تربطه مواد رابطه تتكون من كربونات الكالسيوم$CaCO_3$ وأكاسيد الحديد Fe_2O_3 والسيليكا SiO_2 وتوجد هذه المواد بشكل بسيط في الحجر الرملي العادي إما إذا زادت هذه المواد فتصبح باسم المادة الرابطة (فؤاد 2003: 24)، مثال على ذلك: إذا زادت

نسبة كربونات الكالسيوم$CaCO_3$ فإن الحجر يسمى **الحجر الرملي الجيري** حيث يحتوي على كمية ملحوظة من كربونات الكالسيوم (الأزكى 2005: 403).

يتكون الحجر الرملي من حبيبات الكوارتز (ثاني أكسيد السيليكون SiO_2) حيث يقسم حسب حجم حبيباته إلى: خشن – متوسط – ناعم و أحيانا ينتج أكثر من ثلاث أنواع (دهيبة 2006). ويتراوح لونه بين الوردي والبنفسجي القاتم؛ وذلك بسبب زيادة نسبة أكاسيد الحديد التي تربط بين حبيباته (فؤاد 2003: 25)، ونتيجة دخول الرمل أو الكوارتز في تكوينه أو في صورة مادة اللاحمة لذلك يتميز بالمتانة والصلادة العالية ونقاء اللون. (عوض 2002:93)

- الطوب المجفف بحرارة الشمس "الطوب اللبن" *Adobe , Un-baked bricks, dried -- brick*

هو واحد من أقدم مواد البناء الأكثر شيوعا واستخداما التي عرفها الإنسان، وهو مصنوع من مواد طبيعية تماما، حيث يتكون من الرمال وبعض الحصى والطين والماء غالبا ما يختلط به القش أو العشب لزيادة قوة تحمله، ويتم تشكيله في قوالب خشبية وبعد ذلك يتم تجفيفها في الشمس ويمكن ن تترك لمدة أربع أسابيع أو أكثر، وهو مماثل في الحجم للطوب المحروق ولكن يختلف في الملمس واللون والقوة. ((1: Heritageb Presevatin services)

وعلى الرغم من ظهور مواد أخرى، إلا أن الطوب الطيني ما زال قائما حتى الآن (Chee 2011: 51)،ويوجد أشكال مختلفة منه على شكل **بلاط** Slab وعلى شكل **ألواح** Plate **وكتل** Block (Thecuhure 1969: 43)، حيث تتوقف نوعية الطين على مقادير

المواد الموجودة حيث تستخدم المونه الطينية في وصلة عند البناء. (Theompson 1936: 70)

على الرغم من أن الطوب الطيني Mud-brick هو المصطلح الأكثر انتشارا واستخداما في علم الآثار إلا أن الطوب، الطين، الذي يصنع منه الطوب اللبن هو الأكثر استخداما والكلمة المرادفة لكلمة Mud-brick في القاموس المصري القديم هي (adobet) وحورت إلى القبطية TWBE ثم العربية (الطوب) (tub). (Ianshow,Nicholson 2000: 80)

- الطوب الأحمر، المحروق، الأجر *Red-Baked Bricks Burnet Bricks*

لقد عرف الآجر Rick ، طوب الأحمر ("Backed brick ") في معجم المصطلحات الأثرية انه يتم صنعه من الرمل والطين ويضاف إليه التبن ليتماسك ثم يحرق في القمائن (KILNS) حيث يتأكسد ويصبح لون الطوب احمر اللون أو بني ويرجع ذلك لوجود ذرات الحديد ويكون أكثر صلابة (فؤاد 2003: 29)، وحيث الأساس التقليدي لإنتاج الطوب المحروق هو استخدام الحطب. (Alam 2006: 12)

وهناك خطوات لصناعة الطوب موضحه كما يلي:

1. الخلط Mixing :

حيث يتم خلط الطين والمادة المضافة العضوية (التبن) وتخلط معا مع إضافة الماء تقريبا 15%، وتختلف كمية المياه اللازمة من مكان إلى أخر، م يترك لمدة 12 ساعة ثم تخلط مرة أخرى.

2. صب القوالب Moulding:

والقوالب الأكثر استخداما قوالب من الخشب حيث يكون حجمه تقريبا (50*100*190)ملم. ثم يتم وضع الخليط في القوالب ويترك تحت أشعة الشمس لمدة 24 ساعة ليجف ثم يزال القالب ويترك يوم أو يومين حتى نضمن أنه جف من جميع الجهات.

3. التجفيف Drying:

يتم وضع الطوب في أفران وتتم زيادة درجة الحرارة تدريجيا 700–1500 م^0 تقريبا وذلك حسب خصائص المزيج من الطين حيث يتغير في طبيعته الفيزيائية والكيميائية وحيث تصبح قوية.

4. التبريد Cooling :

ترك الطوب بعد الحرق فترة من الزمن وغالبا ما تكون 10 أيام حيث يسهل إزالتها من الأفران. (Alam 2006: 15-17)

ثانيا: أرضية التصوير Painting ground :

في الغالب تتكون أرضية التصوير من طبقتين الأولى البطانة الداخلية (Roughcoat) والهدف منها تغطية أسطح الجدران وتسويتها وإخفاء عيوبها، والثانية البطانة الخارجية (Coat of plate) والهدف منها الحصول على سطح محضر بطريقة مناسبة لأسلوب التصوير الذي يرغب الفنان إتباعه. (إبراهيم 2012: 2)

وقد تكون أرضية التصوير من طبقة واحده في حالة الأسطح المستوية وقليلة العيوب، أو تكون من طبقتين في حالة الأسطح غير المستوية وكثيرة الفجوات.

1- الشيد **Plaster**

هي الطبقة التي يتم تطبيق الألوان عليها، وفي اغلب الأحيان تتكون من طبقتين الطبقة الأولى خشنة وتطبق مباشرة على سطح الحامل لإخفاء ما قد يكون على سطح الحامل **support** من أي عيوب، أما الطبقة الثانية تكون ناعمة تتكون من رمل ناعم **fine sand** وجير أو جبس وبذلك يطبق عليها الألوان. (إبراهيم 2012: 5)

2- الملاط **Mortar**

والملاط هو أحد المواد المستخدمة في البناء المعماري مثل الطين، الجير، الجبس، الرمل، بودرة الرخام وغيرها من المواد لتسوية الجدران حتى تكون جاهزة لتقبل الألوان. (قادوس 2000: 101)

ومن الملاحظ أن نوعيات الشيد كانت مماثلة للملاط في تركيبه وهو قد يكون من الطين، الجبس، الجير.

<u>شيد الطين ***Clay plaster:***</u>

هذا النوع يستخدم في المباني المشيدة من الطوب اللبن، وهو عبارة عن طمي النيل العادي والمكون من الطفلة والرمال حيث يمزج بها الماء بكمية كافية لجعل قوامه مناسب للاستخدام(فؤاد 2003: 27)، ومن أفضل الأنواع شيد الطين وهو ما يتم استخدام ذرات الطين الناعمة مع إضافة التبن. وأفضل نوع من الطين المناسب لهذه الخلطة هو الخليط الطبيعي من الطين، وكذلك الحجر الجيري الموجود في التجاويف والجيوب الموجودة على سطح التلال. .(94 :1999 Catherine sease)

شيد الجبس *Gypsum plaster*:

استخدم لربط بين الكتل الحجرية (فؤاد 2003: 27)، عبارة عن معدن تركيبة الكيميائي كبريتات الكالسيوم المائية gypsum $CaSO_4.H_2O$، واشتق اسمه من Gypsos= قديم، ويظهر على شكل بلورات صفائحية أو وردة الصحراء، لونه بشكل عام أبيض ويمكن أن يوجد بألوان مختلفة مثل الرمادي، الأصفر، الأخضر، الأحمر، وردي. (الأزكى 2005: 373)_وبلورات الجبس بسيطة الشكل حيث تتواجد على شكل مفلطح Flattened أو منشوريPrismatic أو شعري Aciclur. (ناشد 1995: 67)

ويحضر الجبس بحرق الخام الطبيعي (الحجر الجيري) في درجة حرارة تبلغ 150-200م^0 فيتخلص الجبس من ثلاثة أرباع ماء التبلور متحولا إلى مسحوق أبيض له قابلية لإتحاد مع الماء مرة ثانية ليتحول إلى مادة صلبة. (فؤاد 2003: 28)

$$CaSO_4 + H_2O \xrightarrow{150-200} CaSO_4.2H_2O$$

وتتوقف خواص الجبس على درجة نقاوة المادة الخام ودرجة حرارة التسخين، فيمر الجبس بمراحل أثناء تحضيره عند درجة الحرارة 100م^0 ويبدأ ماء التبلور بالتطاير وإذا سخن عند درجة 150 م^{0}يفقد الجبس ثلاث أرباع الماء المتبلور، أما عند 200 م^0 يفقد كل ماء التبلور في هذه الحالة فإن المركب المائي يفقد قدرته على استعادة ماء التبلور إلا بصعوبة كبيرة. حيث تضاف بعض المواد أثناء تحضير الجبس للحصول على خواص معينة. (إبراهيم 2012: 6-8)

أما أسباب استخدام مونة وشيد الجبس في هذا الوقت بدلا من الجير فإنها ترجع إلى:

- عملية إحراق الحجر الجيري الحصول على الجير الحي يحتاج إلى درجات حرارة عالية حيث أن كربونات الكالسيوم تتحول إلى أكسيد الكالسيوم(الجير الحي) عند درجة الحرارة 900-950م^0 - عملية الاحتراق تحتاج إلى كمية كبيرة من الوقود بعكس الجبس.

- سرعة تصلب وتماسك مونة الجبس ومناسبتها للجو في المنطقة العربية.

شيد الجير *Lime Plaster*:

ما زال يستخدم شيد الجير في وقتنا الحالي وخاصة في التصوير الفريسك، وتجهيز الأسطح المختلفة للتصوير عليها (محمد علي 2012: 6-7)، والجير هو المادة الناتجة من حرق الحجر الجيري والأصداف أو غيرها من المواد التي تحتوي على كربونات الكالسيوم ، ويتم حرقها على درجات عالية ما بين 900-1200م^0 وعند الحرق يتحول إلى الجير الحي(880م^0) ويتصاعد ثاني أكسيد الكربون CO_2 تاركا خلفه راسب أبيض من أكسيد الكالسيوم حيث يطلق عليه (سريع الشك)Quick lime أو غير المطفأ unslaked lime أو الجير الحي (slaked lime). (Ruther 1974: 157-184)

$$CaCO_3 \xrightarrow{850-950\ C^0} Ca + CO_2$$

Quicklime

وعند إضافة كمية مناسبة من الماء إلى الجير الحي بغرض اطفاءة يتحول إلى جير مطفأ slaked lime .

$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca\,(OH)_2 + Heat \uparrow$$

تجهيز الأسطح للتصوير عليها:

- إذا كان السطح (الحجر) متماسك غير متشقق يكسى بطبقة رقيقة جـدا مـن الـشيد تتكون من الجبس اللباني لسد المسام. ثم يرسم عليه المنظر ويلون بعد الجفاف.
- إذا كان السطح هش غير متماسك أو مليء بالفجوات يكسى بأرضية تصوير تتكون من طبقتين:

1. الأولى من بطانة خشنة داخلية من شيد الجبس.
2. الثانية من بطانة خارجية فوقها تكون ناعمة في شكل لباني.

- يكسى أحيانا فوق الطبقة الثانية بطبقة من الغسول الأبيض white wash.

في حالة الجدران الطينية:

- تكسى بطبقة أولى من الشيد الخشن ويتكون من الطفلة الطينية والتبن.
- ثم طبقة ثانية من الشيد الناعم ويتكون من الطفلة الجيرية.
- ثم يكسى بطبقة رقيقة من الغسول الأبيض.

في حالة الجدران من الطوب الأحمر:

- تكسى بطبقة داخلية من شيد الجير والرمل الخشن.
- ثم تكسى بطبقة من الشيد الجير والرمل الناعم.
- ثم تكسى بطبقة رقيقة من الغسول الأبيض.(إبراهيم 2012: 7-9)

ثالثاً: طبقة التلوين والتصوير **Painted Layer:**

منذ فجر التاريخ والإنسان يستخدم الألوان والتلوين بطرق متعددة محاولا محاكاة ألوان الطبيعة التي أمامه، حيث كانت الرسومات على الكهوف أمرا مألوفا حاول الإنسان من خلاله

أن يترجم أحساسية ومشاعره، ووجد على جدران هذه الكهوف رسومات تحتوي على آثار من الألوان كاللون البرتقالي الذي استخدم في تلوين بعض الأسلحة والدروع، وكما وجد رسومات متعددة الألوان في بعض الكهوف واستخدم الأسود الذي يؤخذ من فحم الخشب أو أكسيد المنجنيز الطبيعي. (السيد 2003: 108)، تعتبر طبقة اللون هي الطبقة النهائية التي يتم تنفيذها على البطانه الخارجية مباشرة باستخدام ألوان متعددة، واحيانا يضاف عليها طبقة ورنيش فتصبح هي الطبقة النهائية.

وكما هو معروف فإنه يمكن الحصول على كل الألوان التي تبدو أمامنا في الطبيعة من خلال الألوان الأساسية(الأولية) وهي تشتمل على الألوان الصفراء، الحمراء، الزرقاء (فيداريو 1985: 18).

ولفحص لون شيء ما بنظرة تحليل وتعمق فإننا نجد أن اللون يحدده ثلاث خواص أو صفات:

- كنة اللون أو شكل (Hue)

المقصود أصل اللون، وبهذه الصفة نستطيع التميز بين لون وأخر، والذي نسميه بإسمها فنقول مثلا هذا لون (أحمر، أزرق، أخضر،أصفر، برتقالي،أرجواني) (كوفحي 2009: 90)

- قيمة اللون (Value)

هي من أهم الخواص التي يجب أن نمنحها أهمية كبيرة عند استعمال الألوان لنحصل على نتائج جيدة، والقيمة المقصودة بها أن اللون فاتح أو غامق. (طالو 1995: 10)

- شدة اللون أو كثافته (Intensity)

هي الخاصية أو الصفة التي تدل على مقدار صفاء أو شدة اللون، أي درجة تشبعة ويرتبط تشبع اللون بمدى صفائه أي مدى أختلاطه بالألوان المحايدة وهي الأبيض والأسود والرمادي. (كوفحي 2009: 91)

وهناك ثلاث أحوال لنقص تشبع اللون:

1- درجة اللون Tint: هي جعل اللون أكثر إضاءة بإضافة الأبيض له.

2- ظل اللون Shade: هو جعل اللون أكثر دكنة بإضافة أسود له.

3- القيمة الصبغية للون Tone: هي جعل اللون متوسط القيمة بإضافة الرمادي له. (طالو 1995: 10)

الخواص الكيميائية لمواد التلوين Chemical properties of the coloring materials:

من وجهة النظر الكيميائية يجب أن تكون مواد التلوين على درجة كبيرة من الخمول الكيميائي، وقسمت المواد الملونة حسب تركيبها الكيميائي إلى مجموعات منها: (فيداريو 1985: 52)

- **الأكاسيد Oxides** ومنها:

1. أحمر Fe_2O_3 Hematite
2. أصفر المغرة FeO OH Yellow Ochre
3. أبيض الزنك ZnO Zinc oxide
4. أحمر الرصاص Pb_3O_2 Lead oxide

5. أبيض التيتانيوم Titanium dioxide TiO_2

- والكربونات **Carbonates:**

1. أبيض الرصاص Lead carbonate $PbCO_3$
2. الأزوريت Azurite $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$
3. الملاكيت Malachite $CuCO_3.Cu(OH)_2$

- الكبريتيدات **Sulphides:**

1. أحمر الكاديوم Cadmium red CdSe
2. أصفر الكاديوم Cadmium sulfide CdS
3. الأوربينت (كبيرييد الزرنيخ) arsenic sulfide As_2S_5

- السيليكات **Silicates :**

1. الأزرق المصري (سيليكات نحاس الكالسيوم) Egyptian Blue $CaCuSi_4O_{10}$
2. الأخضر المصري Egyptian green NO_2SiO_3. (إبراهيم 2011: 14)

أهم ألوان التي استخدمت في الرسومات الجدارية:

<u>أولا: اللون الأبيض White pigment:</u>

أهم مواد التلوين بالون الأبيض:

1-كربونات الكالسيوم CaCO3 Calcium carbonate

2- كبريتات الكالسيوم$CaSO_4$ Calcium sulphate

3- هيدروكسيد الزنك$Zn(OH)_2$ Zin Hydroxide

4—الهونتيت$MaCa(CO_3)$ Huntite

5- الجبس $CaSO_4.2H_2O$ Gypsum (إبراهيم 2011: 15)

ثانيا: اللون الأحمر Red pigment:

المغرة الحمراء هي اللون الأحمر الأساسي في معظم الرسومات القديمة وهي عبارة عن النوع الترابي الهيماتيت(أكسيد الحديديك Fe_2O_3 Hematite)، ويتميز الهيماتيت أو أكسيد الحديد الأحمر بدرجة ثبات كيميائي كبيرة جدا، فهو لا يتأثر سواء بالضوء أو الحرارة أو المحاليل القوية ويذوب فقط في محاليل الأحماض المركزة الساخنة كما أن استخدام اللون الأحمر كمغرة حمراء أو أكسيد الرصاص الأحمر(سلاقون) كانت أهم خامات اللون الأحمر ويحتوي على شوائب مختلفة، أما أكسيد الرصاص الأحمر Pb_3O_2 فهو من الألوان الصناعية التي اشبع استخدامها في أغراض التلوين في العصور المتأخرة والعصر اليوناني. (إبراهيم 2011: 15)

والهيماتيت تظهر حبيباته تحت الميكروسكوب في صورة شظيات مستطيلة لامعة ذات لون بنى مائل للإحمرار وكذلك نلاحظ الانشقاق والبريق واللمعان والاستطالة والإعتام في ذرات الهيماتيت الطبيعي بعكس ما نجده في الهيماتيت الصناعي حيث ليس له خواص بصرية مميزة.(شاهين 2002: 107).

ثالثا: اللون الأصفر Yellow Pigment:

اللون الأصفر عبارة عن أكسيد الحديديك المائي (المغرة الصفراء) ويستخرج من المواد الطبيعية (Pure pigments)، وهو مركب غير عضوي حيث يتكون أساسا من معادن الطفلة السيليكا،

والنوع الأخر يطلق عليه الأصفر الملكي (الرهج الأصفر - الأوربمنت Orpiment As_2S_3). (إبراهيم 2011: 16)

رابعا: اللون الأزرق Blue pigment :

وهو من أقدم المواد الملونة التي استخدمت للتصوير أو التلوين ويعتبر الأزوريت Azurite من إحدى مركبات النحاس ويتركب من كربونات النحاسيك القاعدية Basic copper carbonate $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$ ، والأزورايت من الخامات غير الثابتة حيث يتحول إلى الملاكيت$CuCO_3.Cu(OH)_2$ بمرور الزمن (حلمي 1984: 232)، ويميل لونه إلى السواد عن تعرضه للحرارة. (إبراهيم2011: 17)

خامسا: الألوان الخضراء Green pigments:

لقد استخدم اللون الأخضر على نطاق واسع في النقوش والرسوم الجدارية ومن أهم المواد التي استخدمت لهذا الغرض الملاكيتMalachite ، الأخضر المصريEgyptian green .

الملاكيت Malachite:

هو أقدم الأصباغ وهو عبارة عن كربونات النحاس الأساسية، واستخدم هذا النوع من الأصباغ في اللوحات الجدارية البوذية في اليابان $CuCO_3.Cu(OH)_2$. (Kremer)

الأخضر المصري Egyptian green:

وهو عبارة عن مادة زجاجية تحضر صناعيا بإسلوب يشابه تحضير اللون الأزرق المصري وحبيبات اللون الأخضر المحضر صناعيا غير منتظمة الشكل وبلوراتها خضراء شفافة ويتركب من سيليكات الصوديوم (NO_2SiO_3) والماغنسيوم (Mg) والألومنيوم (AL) والحديد(Fe). (إبراهيم 2011: 18)

سادسا: الألوان السوداء Black Pigments:

واللون الأسود المستخدم في الصور الجدارية يتكون من الكربون أوفى صورة أحد مركباتـــه مثل أسود العظام، وأسود الكربون يتواجد تحت عدة مسميات منها الأسود النباتي، الحيـــواني، العظام، العاج.

ويحتوى السناج (الهباب) الناتج عن عمليات الاحتراق للزيوت والشحوم والراتنجات وكـــذلك الفحم النباتي على أعلى نسبة من الكربون بينما يحترق الأسود الحيواني (مثل اسود العظام) على نسبة أقل من الكربون ويتضح هذا من خلال الجدول التالي:

جدول (2)

المكونات	السناج	الأسود النباتي	أسود العظام
كربون	94.994	99.7	16.87
ماء (رطوبة)	1.806	0.3	8.37
رماد ومواد معدنية	3.200	0.00	74.86
	100.00	100.00	100.00

ولقد كان يتم كشط اللون الأسود من أسطح أواني الطهي مع إضافة مادة وسيط له (السروجي 2010 :42).

ثالثا: عوامل تلف الرسومات الجدارية Deterioration Factors Of Wall Paintings

من الخطأ النظر إلى هذا النوع من الأعمال الفنية على أنه مجرد سطوح ملونة، حيث أنه بطبيعته عبارة عن عدة طبقات لكل منها مشاكلها الخاصة. (شاهين، 1993: 97)

حيث تتعدد عوامل التلف المؤثرة على الآثار بشكل عام والرسومات الجدارية بشكل خاص حيث تغير هذه العوامل مكونات الرسومات الجدارية، وقد يحدث التلف أو التشوه نتيجة قيام أحد عوامل التلف المجتمعة بإحداث التلف سواء الفيزيائي أو الكيميائي أو البيولوجي فيظهر مظاهر تلف مختلفة على الرسومات. (إبراهيم، 2011: 20)

ومن أهم العوامل التي تؤثر على الرسومات الجدارية ما يلي:

1- عوامل التلف الداخلية Endogenous Factors

وهذه العوامل تشمل كل ما يتعلق بالخواص الطبيعية والكيميائية لمادة الأثر مثل التركيب الكيميائي، والمسامية، والنفاذية، والمواد الرابطة الداخلة في التركيب وكذلك أخطاء في أسلوب التطبيق.

2- عوامل التلف الخارجية Exogenous Factors

وهي تلك العوامل الهدامة التي يتركز نشاطها في الوسط المحيط بالمباني الأثرية وما تحمله من نقوش ورسومات جدارية وتتمثل في الرطوبة، والحرارة، الرياح، الضوء، الزلازل،

التلوث الجوي بما يحمله من غازات حمضية وأتربة ضارة للمواد الأثرية، التلف البيولوجي، والتلف البشري. (إبراهيم 2011: 20)

- **<u>عوامل التلف الداخلية:</u>**

وهذه العوامل الداخلية تشمل كل ما يتعلق بالخواص الطبيعية والكيميائية لمادة الأثر مثل التركيب الكميائي والبلوري Chemical and crystalline composion والمسامية Prosity والنفاذية Permeability والصلادة Hardness والمواد الرابطة الداخلة في التركيب Bonding materials وقوى التحمل الميكانيكي، لذلك قد يحدث التلف للرسوم الجدارية نتيجة لاختلاف التركيب والخواص الطبيعية للحامل وأرضية التصوير وطبقة التلوين وذلك لأنه يختلف رد فعل لكل مادة من المواد عند تعرضها لعوامل الجو من حرارة ورطوبة حيث تتمدد وتتكمش بنسب مختلفة عن بعضها مما يؤدى في النهاية إلى حدوث تشقق وتقشر وانفصال لكلا من طبقة التحضير وضعف الألوان وتقشر وتدمير الحامل نفسه وذلك لاختلاف الخواص الطبيعية والكيميائية لكل مادة من المواد الداخلة في التركيب التشريحي للرسومات الجدارية.

التركيب المعدني Mineralogical composition .

فمن المعروف أن مواد البناء وخاصة الأحجار والصور وأرضيات التحضير للجداريات تتكون من المعادن ، تلك المعادن التي تكونت في ظروف غير عادية من الضغط والحرارة وهذا ما جعلها عرضة للتلف والتدمير في الظروف العادية ويجعلها غير ثابتة في تلك الظروف.

ضعف بنية (الحامل) Support

حيث أن مادة الحامل هي الحجر الجيري ، والطوب اللبن وكلاهما مادة بناء ضعيفة وفقيرة في الخواص الطبيعية والكيميائية مما يؤثر على الجداريات واضطر القائمين على الصيانة آنذاك إلى نزعها ونقلها للمتاحف .

الإجهادات الداخلية :

وهذه الخاصية تظهر وتتضح في الصخور ذات المسامية العالية ، حيث يكون لها القدرة على الاحتفاظ بالماء مما يؤدى إلى صور متعددة من الضغط :

1 ـ وجود الماء يؤدى إلى قلة تحمل الضغط الواقع على الحجر ، الحامل.

2 ـ تجمد الماء داخل الفراغات يزيد من حجم البلورة فيحدث شرخ وفواصل وتشققات .

3 ـ عملية البخر تزيد من تبلور الأملاح داخل المسام مؤدية إلى مزيد من التلف والانهيار. (السروجي 2010: 118)

وتشمل اختلاف طبيعة وخواص مكونات النسيج الجداري للرسومات الجدارية (حامل التصوير – الطبقات التحضيرية – طبقة اللون) وجود الأملاح في مواد البناء، وعيوب في الإنشاء أثناء عملية التنفيذ، تأثير المياه الأرضية ومياه الرشح والنشع .

وهناك نوعين بين عدم التجانس بين مواد البناء والتصوير، عدم التجانس الفيزيائي وعدم التجانس الكيميائي:

- عدم التجانس الفيزيائي:

الاختلاف في الخواص الفيزيائية ويحدث هذا النوع بين المواد المختلفة مثل الحجر الجيري والطوب اللبن والجير حيث تختلف في درجة استجابة كل مادة لتأثير التغير في درجات

الحرارة والرطوبة النسبية والذي ينتج اختلاف معدل التمدد والانكماش مما يؤدي إلى زيـــادة الانبعاج أو اتساع الشروخ في طبقات التحضير بما تحمله من ألوان.

- عدم التجانس الكيميائي:

هو الاختلاف في الخواص الكيميائية فيظهر عند حدوث تفاعل كيميائي بين مادتين مسببا تلف أحداهما أو كلاهما، وتلعب الرطوبة النسبية دورا فعالا في هذا النوع من عدم التجانس.

كما أن وجود الأملاح ضمن المواد المكونة للصور الجدارية في صورة شائبة يمكن أن يؤدي إلى تلفها خاصة عند توافر العوامل الأخرى مثل الرطوبة والحرارة.(إبراهيم 20:2011)

- **عوامل التلف الخارجية:**

وقد تقسم طبقا لمصدرها إلي عدة عوامل :

1- العوامل الطبيعية(الرطوبة النسبية، التغير في درجات الحرارة والصقيع، الرياح، الضوء).

2--العوامل الكيميائية(ملوثات جوية وغازات ومعلقات).

3–التلف البشري (الأخطاء في أسلوب التطبيق، الهدم والتدمير، الترميم الخاطىء).

الرطوبة *Moisture*

وهي السبب الرئيسي في تلف المواد الأثرية (كرونين؛ وروبنسون 2006: 98)، وتعد الرطوبة من النتائج الضارة على تلف الرسومات الجدارية حيث تعمل على تشوه وانفصال الرسومات. (مزاري 1986: 5)

والرطوبة هي بخار الماء الموجود في الهواء، وللرطوبة تعبيرات مختلفة مثل:

- الرطوبة المطلقة Absolute Humidity : هي مقدار بخار الماء الموجود في الهواء مقاساً بعدد الجرامات في المتر المكعب من الهواء ويعبر عنها جم/م3. (أبو دية 2005: 7)

- الرطوبة النسبية Relative humidity : هي نسبة بخار الماء في حجم معين من الهواء عند درجة حرارة معينه (SENIRION 2009:2)، إلى بخار الماء الموجود في حجم مماثل من الهواء المشبع تماما عند درجة الحرارة نفسها.(أبو دية 2005: 7)

ويجب معرفة مصدر الرطوبة لأنه ضروري للوصول إلى المعالجة المرضية ومن مصادر الرطوبة:

مصادر الرطوبة Sources of Moisture:

حيث قسم **Mora** (mora,1984:166) الرطوبة من حيث مصادرها في الرسومات الجدارية إلى خمسة أقسام :

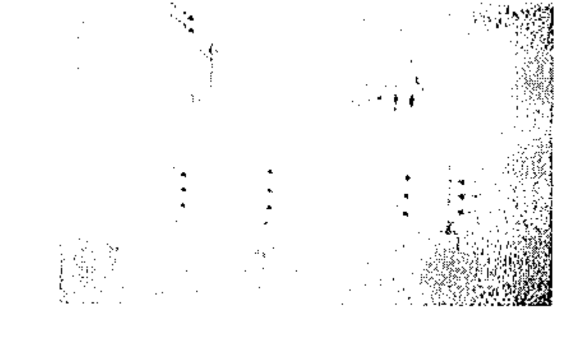
1 – ترشيح (ترسيب) المياه الناتجة عن الفراغات في السطح بسبب الأمطار.

2 – تصاعد وارتفاع الرطوبة في الجدران بسبب اتصالها بالأرض.

3 – تكاثف الهواء الرطب، الجدران الباردة.

4 – وجود مواد هيجروسكوبيه.

5 – الرطوبة الناتجة عن الهواء الرطب المرتفع من الأرض.



الشكل رقم(9): رسم تخطيطي يوضح مصادر الرطوبة في الجدران

تأثير الرطوبة **Effect Of Moisture:**

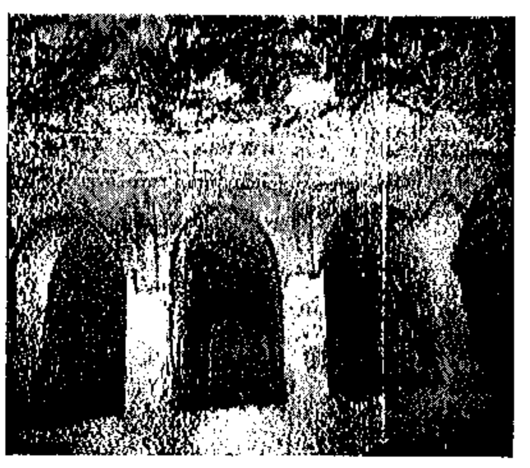
تعتبر الرطوبة السبب الرئيسي في تلف المباني الأثرية سواء مشيدة من الأحجار أو الطوب الأحمر أو الطوب اللبن (كرونين؛ وروبنسون 2005: 98)،وهي عامل يشترك مع عوامل أخرى مثل(الحرارة- الرياح- الأمطار)، حيث يرتبط تأثير الرطوبة كعامل تلف على درجة مسامية مادة البناء والتي تنفذ إليها الرطوبة من مصادر مختلفة من خلال المسام والفجوات والشقوق الدقيقة على صورة محتوى مائي وبالتالي تؤدي إلى مظاهر تلف مختلفة(إبراهيم 2011: 22).

ويعتبر الجو جافا إذا كانت الرطوبة النسبية أقل من 50% ويعتبر الجو متوسط الرطوبة إذا كانت الرطوبة النسبية بين 60-70% ويعتبر الجو رطب أو شديد الرطوبة إذا زاد عن 70%. (هلالي 1987: 185)

<u>الرطوبة وتأثيرها على الرسومات الجدارية:</u>

وترى الباحثة انه من الأمثلة على تأثير الرطوبة على الأعمال الفنية مقابر قويلبة (أبيلا)، ومن شدة الرطوبة في المقبرة تسربت الأملاح إلى سطح، حيث كان له تأثير سلبي على الملاط Plaster والرسومات من خلا ل تقشير و فقدان تماسك الملاط مما أدى إلى سقوط بعض

الأجزاء من الرسومات. ولم يتم أي عمليات ترميم والحل من هذه المشكلة والصور التالية توضح مدى تأثير هذه المقابر بالرطوبة والأملاح.

الشكل رقم(10): توضح تأثير الرطوبة على الرسومات الجدارية في مقابر قويلبة

هذا وتؤثر الرطوبة على متانة المباني الأثرية وتؤدي إلى مظاهر تلف مختلفة كما يلي:

1- التلف الفيزيائي Physical Damages

2- التلف الكيميائي Chemical Damages

3- التلف البيولوجي Biological Damages

التلف الفيزيائي Physical Damages

التغيرات التي تحدث عند زيادة وانخفاض الرطوبة تؤدي إلى تمدد وانكماش وقد يسبب ذلك مشاكل مثل التكسير والالتواء والتشوهات.

التلف الكيميائي Chemical Damages

الرطوبة دور هاما في العديد من التفاعلات الكيميائية التي تتدهور مواد البناء، قد تعمل على إذابة الماء ونقل الغازات ، حيث يشارك الماء نفسه في بعض التفاعلات الكيميائية، وتشمل الأضرار الكيميائية التي تتأثر بالرطوبة مثل تآكل المعادن أو اصدأ، وترسب الملح، وتدهور المواد اللاصقة.

التلف البيولوجي Biological Damages

عند وجود مواد عضوية ورطوبة يؤدي ذلك إلى نمو بعض الفطريات والحشرات حيث يؤدي إلى تدمير وظهور بقع، حيث يؤثر على الشكل الجمالي للرسومات. (Jukka 2005: 8-10)

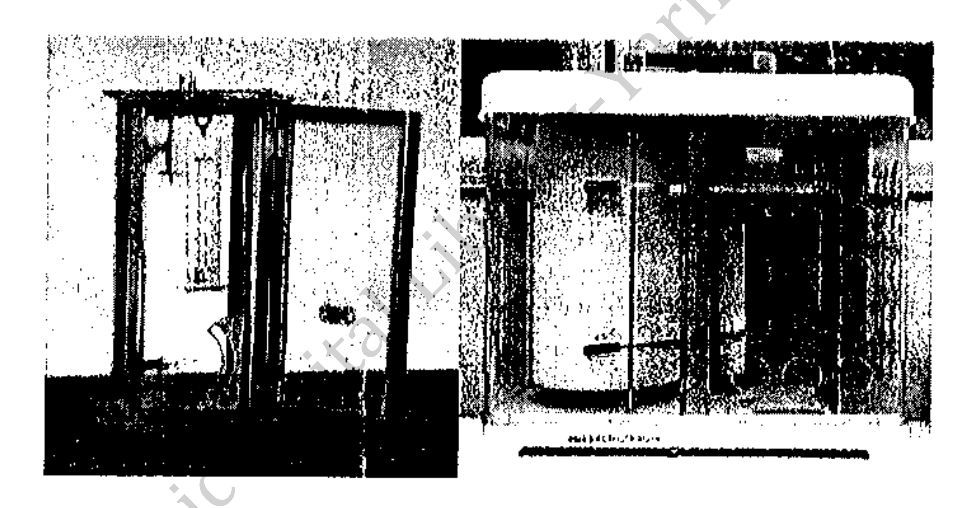
إن مظاهر الرطوبة في جدران المباني الأثرية يمكن قياسها وتحديد خطورتها بإجراء العديد من القياسات والفحوص العلمية المختلفة من بينها ما يلي:

1. قياس معدلات الحرارة والرطوبة داخل المباني وخارجها.
2. قياس معدلات الحرارة داخل التركيب البنائي لمواد البناء ومقارنتها بحرارة الجو في الوسط المحيط.
3. قياس محتوى الرطوبة داخل مواد البناء.
4. اختبار معدلات الامتصاص الهيجروسكوبي لمواد البناء.
5. اختبار معدلات تسرب الماء داخل مواد البناء طبقا لنظام الخاصية الشعرية. (إبراهيم 2011: 24)

ويتم قياس نسبة الرطوبة النسبية في الجو عن طريق بعض الأجهزة والتي تعطي قراءات ونتائج سريعة لنسبة التغير في الرطوبة.

ومن أهم الأجهزة المستخدمة في قياس نسبة الرطوبة في الجو:

- الهيجروميتر Hair Hygrometer
- ثرموهيجروميتر Recording Thermo Hygrogra (Gert J.W 2000:6)



الشكل رقم(11): جهاز الهيجروميتر   الشكل رقم(12): جهاز ثرموهيجروميتر

ولتحديد محتوى الرطوبة في الجدران هناك جهاز يسمى **تسجيل الرطوبة الموضعي (المسمار الكهربائي)** لقياس رطوبة الملاط، وهو عبارة عن جهاز صغير يعمل بالبطارية الجافة، له ما يشبه المسمارين عند غرزهما في الجدران تعمل الرطوبة الموجودة في الجدار على توصيل التيار الكهربائي بين نهايتي المسمارين ، وكلما زادت الرطوبة في الجدار كلما زاد توصيل التيار الكهربائي، فيظهر مؤشر الجهاز أعلى على اللوح الخاص بالقراءة. (مزاري 1984: 11)

كبريتات الكالسيوم اللامائية   كبريتات الكالسيوم المائية

Gypsum ⟶ Anhydrite

وتضر الرطوبة المنخفضة بالوسائط العضوية الموجودة كوسيط رابط لمواد التلوين في تفتت وانهيار طبقة الألوان. (إبراهيم 2011: 26)

التكثيف *Condensation*

لا يمكن إغفال أن التكثف هو أحد عوامل التلف النشطة، حيث يكون التكثف على شكل طبقة رقيقة من الماء المترسب على الأسطح الباردة للمباني.

ويمكن تعريف التكاثف وهو تجميع بخار الماء وتحوله من الحالة الغازية إلى السائلة ويؤدي إلى تشكيل طبقات من الماء على الجدار وتكون بسبب انخفاض درجة الحرارة. (أبو دية 2005: 44-49)

وهذا يسبب تلف شديد لأسطح المباني الأثرية وخاصة التي عليها رسومات جدارية وتسبب تشويه مظهرها وألوانها . (إبراهيم 2011: 26)

الصقيع *Frost*

يعتبر الصقيع من مظاهر انخفاض درجة الحرارة دون التجمد (Freezing point) ليلا في فصل الشتاء ووصول درجة الحرارة إلى أقل من درجة الصفر المئوي.

وعندما تكون حوائط مبللة بالماء وتنخفض درجة الحرارة إلى أقل من الصفر فإن الماء يتجمد في المسام في الطبقات السطحية للرسومات الجدارية، ويحدث نتيجة التجمد تمدد وازدياد في الحجم يؤدي إلى تولد ضغط على طبقات السطحية ويؤدي ذلك على تفتتها وانفصالها عن

الرطوبة النسبية المرتفعة High Relative Humidity

بصفة عامة معدلات الرطوبة النسبية لها تأثيرات متلفه على الرسومات الجدارية، عند ارتفاع نسبة الرطوبة بالوسط المحيط بالأثر أيا كان مصدرها (أمطار، مياه صرف، تكثيف، تنفس) فإنها ترسب داخل سطح الرسومات الجدارية وتترسب نسبة منها داخل طبقة الشيد الحاملة للألوان ومواد البناء فتعمل على إذابة الأملاح القابلة للذوبان في الماء وهذا يصاحبه مظاهر تلف مختلفة (Mora 1984:176) وعند الجفاف تنتقل الأملاح الذائبة وتتجه للسطح الخارجي وتتبلور على سطح الرسومات الجدارية ونتيجة تبلور الأملاح تنتج ضغوط تؤدي إلى تلف (انفصال) طبقات الألوان والشيد. (Johnk 1996:43) وتؤدي زيادة الرطوبة إلى نمو البكتيريا والكائنات الدقيقة على سطح الرسومات الجدارية.

الرطوبة النسبية المنخفضة Low Relative Humidity

تتأثر طبقات الشيد والملاط بسبب الرطوبة المنخفضة وتؤدي هذه الرطوبة إلى جفاف تلك الطبقات وتحولها إلى طبقات هشة بمرور الوقت.

إضافة إلى تحولات طورية لبعض مكونات الشيد مثل شيد الجبس الذي يتحول إلى طور الأنهيدريت مما يتسبب في فقدان جزئ الماء المتحد كيميائيا مع كبريتات الكالسيوم

.وبالتالي إحداث انكماش في أبعاد الخلية البنائية حيث ينتج ($CaSO_4 . 2H_2O$) Gypsum عنه انفعال شديد (strain) في طبقة الشيد ويؤدي إلى حدوث شروخ وتشققات غير منتظمة الشكل وأحيانا انفصال الجدار الحامل لطبقة الشيد(الرسم الجداري).

$$CaSO_4 . 2H_2O \longrightarrow CaSO_4$$

بعضها البعض وعند تكرار هذه العملية عند ارتفاع درجة الحرارة فيؤدي ذلك إلى تحلل المادة الرابطة لكل من طبقة اللون وأرضية التصوير. (عوض 2006: 310-311)

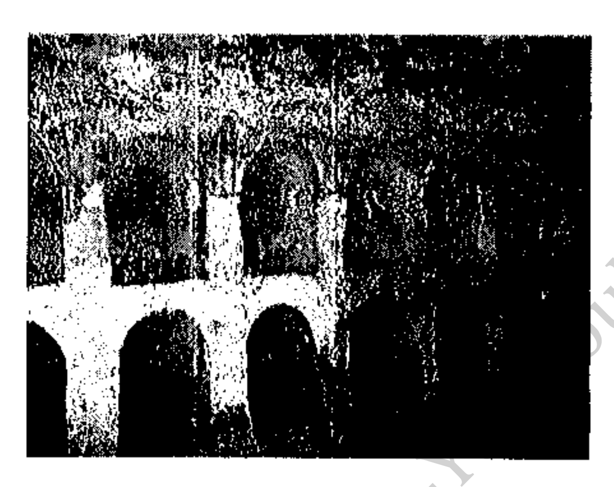
الأملاح *Salts*

إن معظم مواد الآثار وخاصة غير العضوية تتأثر بصفة خاصة بالأملاح، سواء أكانت أملاح ذائبة مثل كلوريد الصوديوم، أو غيرها مثل كبريتات الكالسيوم، كبريتات البوتاسيوم، كلوريد المغنسيوم (Rathgen 1905: 1)، وحيث تسبب أضرارا بالغة في المباني الأثرية وخاصة إذا كان في ظروف سريعة التجفيف.(Getty:2011)

وتتنوع الأملاح بتنوع طبيعة الأرض أو الجبال أو المياه الجوفية، وبالتالي تنشط بدورها نتيجة لسقوط الأمطار والرطوبة فتتميع هذه الأملاح وتتجه دائما ناحية السطوح الجافة أو المعرضة للجفاف نتيجة ارتفاع درجة الحرارة. (عبد القادر حسن 1979: 148)

أغلب اللوحات الجدارية تحتوي على أملاح مثل الكربونات، الكلوريدات، والنترات، من الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم، حيث توجد أما على السطح أو تحت طبقة الألوان، حيث يتسبب ضررا للوحات الجدارية خلال الدورات المتكررة من التبلور وذلك بسبب التغيرات المناخية. (Mark, Eric 2006: 241-247)، حيث تسبب هذه الأملاح بعض الشقوق والفواصل وسقوط أجزاء من الرسومات، كذلك يفقد الوسيط خصائص الربط واللصق، تحدث ضغوطاً موضعية تتسبب في التطبل في بعض الأماكن، وسقوط الأجزاء الضعيفة منها.(Mora 1984:182)

ومن الواضح أن سبب الرئيسي إلى تدهور اللوحات الجدارية الموجودة في مقابر قويلبة هو تبلور الملح ونشوئها في الصخور والذي أدى إلى الضرر الأكبر هو هجرة الأملاح وتبلورها على السطح كما يوضحها الشكل رقم (13).



الشكل (13): ظهور الأملاح في إحدى مقابر قويلبة

حيث تتواجد الأملاح في مواد البناء المسامية إما في صورة محاليل مائية Aqueous solution أو تتواجد في صورة متبلورة Crystallized، ويعتمد ذلك على نسبة الرطوبة النسبية ودرجة حرارة البيئة المحيطة. (Yavuz, Topal 2007: 30-40)

مصدر الأملاح Sources Of Salt

يمكن للأملاح أن تنشأ من مصادر مختلفة مثل تلوث الهواء، رذاذ البحر، والمنتجات الناتجة عن التمثيل الغذائي لكائنات الحية الدقيقة، والمواد المستخدمة في الترميمات الخاطئة ، والتفاعل بين مواد البناء والمياه الجوفية، والأيونات التي تتسرب خارجا من تجوية الصخور. (Yazan.s 2009:29)، وأنه بعض من مواد الأثر (بعض المواد الداخلة في التركيب) المشيد منها مادة لأثر تحتوى على أملاح متأصلة بها أو بينها، مثل قوالب الطوب إن لم تكن محروقة على نحو كافي فسوف يكون بها أملاح كبريتات الصوديوم،وهذه الأملاح يمكن أن

تصبح بنية واضحة بأشكال متزهرة بطريقة عشوائية بين قوالب الطوب ، الشيد ، بمادة الأثر.(A. Elena 2000: 327-343).

<u>أنواع الأملاح التي تتواجد على الرسومات الجدارية وميكانيكية التلف لها :</u>

<u>Types of salts on the murals and mechanical damage</u>

1-أملاح الكلوريدات Chlorides

2-أملاح النيتريتات والنترات Nitrites , Nitrate

3-أملاح الكبريتات Sulphates

4-أملاح السيليكا Silica

وتعتبر كبريتات الكالسيوم المائية $CaSO_4.H_2O$ واللامائية $CaSO_4$ وكذلك كبريتات الصوديوم $NaSO_4$ بدرجات تميؤها المختلفة من أشهر أنواع الكبريتات التي توجد في صورة تبلور مختلفة داخل أحجار المباني الأثرية أو فوق سطوحها (طبقة الرسومات الجدارية). (إبراهيم 2011: 28)

<u>الرياح ***Wind***</u>

يرجع سبب اعتبار الرياح أحد عوامل تلف الآثار إلى ما تحدثه الرياح من تآكل بالمباني الأثرية وهو ما يسمى الظاهر القص ويعتمد على عدد من العوامل الهامة وهي:

- اتجاهات الرياح المختلفة.

- صلابة الحبيبات المحمولة في الهواء.

- طبيعة ونوع مادة الأثر.

- المكان المعرض للرياح في الأثر سواء (داخليا، خارجيا، أسفل، أعلى). (إبراهيم 2011: 30)

ميكانيكية التلف بالرياح ومظاهر التلف الناتجة عنها:

ويشير Mora (Mora 1984: 208) أنه عندما تهب الرياح بسرعة 45 كم/ ساعة يمكن أن تسبب ضغوطا على حائط رأسي وذلك في نفس زاوية اتجاه هبوبها حوالي 12كم/م^2، والرياح تصبح شديدة الضرر في حالة ما تزيد سرعتها عن 10م/ث (شديدة) ، وإذا قلت عن 10م/ث تصبح متوسطة إلا إنها يمكن أن تسبب مشكلات كثيرة في حالة حملها لحبيبات الرمال والأتربة.

تكون الرياح أكثر عدوانية في حالة الأسطح المشيدة من الصخور الرسوبية مثل الحجر الجيري، الطوب اللبن، وخاصة إذا كانت محملة بحبيبات الرمال ذات الصلادة العالية، ويظهر هذا في المواقع الأثرية الصحراوية ، فالرياح والعواصف من أهم عوامل التعرية. (شاهين 1994: 107)

التلوث الجوي ***Air Pollution***

ويقصد بالتلوث الجوي وجود واحد أو أكثر من الملوثات مثل الأتربة والأدخنة والروائح والأبخرة وما تحمله من الكائنات الدقيقة، حيث يؤثر التلوث الجوي على المباني الأثرية. (الحجاز، القاضي، عز الدين 2003: 21)

ويمكن أن نحدد الملوثات على أساس:

- ملوثات بيولوجية: مثل حبوب اللقاح والفضلات البشرية.

- ملوثات كيميائية: مثل مخلفات احتراق الوقود ومخلفات المصانع والمبيدات الحشرية والمواد المشعة وكل هذه الملوثات تفسد الهواء والماء والتربة.

- ملوثات فيزيائية: مثل الضوضاء الناتجة من المصانع والطائرات ووسائل المواصلات، وكذلك التغير في درجات الحرارة الجو. (الخطيب 2000: 17)

حيث يتكون الهواء الجوي الطبيعي من:

78% غاز النتروجين، 20% أوكسجين،1% غاز النتروجين،0.021 ثاني أكسيد الكربون، بإضافة إلى كميات ضئيلة من الغازات الميتون والهليوم. (الخطيب 2000: 20)

مصادر تلوث الهواء Air pollutants Sources:

- ثاني أكسيد الكبريت Sulfur Dioxide (SO_2)
- ثاني أكسيد الكربون Carbon Dioxide (CO_2)
- كبريتيد الهيدروجين(H_2S)
- الأوزون(O_3) Ozone
- غاز الأمونيا Ammonia (NH_4)
- أكاسيد النتروجين(NO, NO_2, N_2O_3)
- الغبار والسناج Soot

(طاحون 2004: 32- 37)

وقد يؤدي التلوث إلى مسح ملامح الآثار والرسومات الجدارية التي كانت تحتفظ برونقها وجمالها ورقتها عبر السنين. (الجواد 1991: 90)

الضوء *Light*

يتسبب الضوء كأحد عوامل التلف التي تؤثر على الآثار بصفه عامه والرسومات الجدارية بشكل خاص في إحداث بهتان الألوان حيث تفقد ألوانها رونقها وجمالها التي كانت تتميز به قبل تعرضها عوامل التلف المختلفة بالإضافة إلى الضوء وباستمرار ميكانيكية التلف يحدث تغير لبعض الألوان حيث يتحول اللون الأزرق إلى اللون الأخضر واللون الأخضر إلى اللون الرمادي أو الأسود واللون الأصفر إلى لون مائل للون الأخضر.

حيث استخدام اللمبات الفلورسنت يؤدي إلى أكسدة المواد الوسيطة للتلوين وتصبح هشة.

ويتوقف تلف المواد على درجة حساسيتها للضوء، فالمواد العضوية تتأثر بالضوء أكثر من المواد غير العضوية ومنها الرسومات الجدارية والتي تقاوم التلف بالضوء. (إبراهيم 2011: 30).

عوامل التلف البيولوجية Biological Deterioration Factors

يؤدي التلف البيولوجي الذي يصيب الرسومات الجدارية الناتجة عن الكائنات الحية الدقيقة بكافة أنواعها والحشرات والطيور إلى إحداث تلف مدمر لها.

أولا: الكائنات الحية الدقيقة

الكائنات الحية الدقيقة عندما تهاجم مواد البناء المختلفة المستخدمة في المنشآت الأثرية فإنها تحدث بها تلف ذو طبيعة فيزيائية وكيميائية حيث تفرز أحماض مختلفة من حيث القوة

والضعف طبقا لاختلاف أنواع وأجناس الكائنات التي أفرزتها حيث تتفاعل هذه الأحماض من المكونات العضوية وغير العضوية التي تتكون منها مواد البناء المستخدمة ومنها المواد التي تدخل في تكوين الرسومات الجدارية. (إبراهيم 2011: 31).

حيث التلف الناتج عن الكائنات الحية الدقيقة على اللوحات الجدارية مثل البكتيريا والفطريات والأشنة، والتي تؤدي إلى فقد طبيعي للمواد. (Edward.D; Saied 2008:1) ، وقيم درجة الحموضة القلوية الطفيفة ووجود مصادر المغذيات العضوية وغير العضوية في اللوحات الجدارية، وتأتي الرطوبة أيضا من التكثيف في الغلاف الجوي وحتى من الزوار. (Katrin.R 2005 9,11)

حيث أثبت الدراسات أن الأنواع الأكثر تواجدا على اللوحات الجدارية من الكائنات الحية الدقيقة:

- البكتيريا Bactris (*Bacillus, Arthrobacter, Micrococcus, Streptomyces, pseuomones)*
- النباتات والفطريات Fungi : (*Penicillium, Engyodontium, Cladosporium, Aspergillus)*
- الطحالب Algae : (*Nostoc, Lyngbya, Chlorophyceae*) (Katrin.R 2005 10)

ومن الكائنات الحية الدقيقة التي تسبب تلف الرسومات الجدارية:

▪ *البكتيريا Bactria*

مجموعة من الكائنات غير المتجانسة Heterogeneous أحجامها متناهية في الصغر معظمها غير ذاتية التغذية (محمد علي2011: 34)، وتلعب البكتيريا دورا هاما في تلف الرسومات الجدارية، حيث أن بعض المواد العضوية الموجودة على الرسومات تكون بمثابة المغذيات لتحضير نمو البكتيريا (O.F obidi 2009: 836)، كما تقوم بعض أنواع البكتيريا من إفراز أحماض عضوية بعضها قوي وبعضها ضعيف مثل حمض الكبريتيك وحمض الأوكساليك وحمض الكربونيك التي تتفاعل مع المكونات المعدنية المختلفة لمواد البناء وتسبب في تلفها.

حيث يجب إذابة الألوان في اللوحات الجدارية أما في الماء أو الزيت، وغالبا ما تستخدم المواد اللاصقة مثل الكازين والحليب، ووضعها على الجير الرطب واتصال كربونات الكالسيوم مباشرة مع الهواء هذا يعمل على جلب البكتيريا. وحيث يعتبر أيضا الغبار والطبقات التي تتراكم على اللوحة هي المواد الغذائية لجلب البكتيريا، حيث أن طبقات الغبار هي أيضا قادرة على الاحتفاظ بالرطوبة التي تساعد على نمو البكتيريا والجراثيم الفطرية. وأيضا من الأمور التي تجلب البكتيريا براز الحيوانات (الخفافيش)، قطرات الماء، أما المركبات العضوية في طبقات الألوان نفسها بما في ذلك الكازين والترابط زيت بذر الكتان والبيض والصمغ. (Katrin. R 2005: 9-10)

▪ *الطحالب Algae*

هي مجموعة من الكائنات الحية ذاتية التغذية (آيات 1979: 8)، ويمكن تعريفها بأنها نباتات بدائية بسيطة التركيب، تفتقر إلى وجود الأنسجة الوعائية وتحتوي على صبغة الكلوروفيل

حيث تعتبر كصبغة رئيسية، ويمكن تعريفها نباتات ثالوسية تفتقر إلى وجود الأوراق والسيقان والجذور الحقيقية. (السعدي؛ سليمان 2006: 9)

وتتواجد الطحالب في بيئات مختلفة في تتواجد في البيئة المائية Aquatic Algae، أو على اليابسة Terrestrial Algae، أو المحمولة في الهواء Air Born Algaeأو الطحالب الهوائية Aerial Algae.

عندما تتواجد في بيئة اليابسة تكون عادة ملتصقة وعندما تكون ملتصقة على الصخور الرطبة تسمى Lithophytes. (السعدي؛ سليمان2006: 16-17).

وتفرز الطحالب حمض الأوكساليك وحمض الكبريتيك وبعض الأحماض العضوية التي تهاجم بعض المكونات المعدنية للأحجار وتؤدي لتلفه وبسبب ندرة تسربها أسفل أسطح الأحجار لذلك يقتصر تأثيرها المتلف عل أسطح هذه الأحجار والرسومات الجدارية ويسمى Superficial Deterioration كما أنها تكون على هيئة مسحوق يتأثر بنسبة لزيادة أو النقص تبعا لتواجد الرطوبة.(إبراهيم 2011: 34)

- *الفطريات Fungi*

مجموعة من الكائنات الحية حقيقة النواة Eucaryotic، حيث أن الفطريات المجهرية قد عرفت نشاطاتها منذ أن عرف الإنسان التخمير (صناعة الخبز، الأجبان، المخللات) ولكن لم يعرف في حينها بأن سبب هذه النشاطات هي الفطريات. وقد عرف الأثرين من خلال دراسات الآثار والحفريات بأن الفطريات موجودة منذ 500 مليون سنه، وتتواجد الفطريات على الأرض في بيئات مختلفة فتوجد في البر والجو والتربة وقاع البحر وتعتبر غير ذاتية التغذية وتعتمد على مصادر أخرى للحصول على الكربون.(المجيد 2008: 18-20)

وتكمن خطورة الفطريات في الأحماض العضوية وغير العضوية التي تفرزها وكذلك تشوة السطح الخارجي للرسومات الجدارية وكذلك ربما تنمو هذه الفطريات أسفل السطح مما تؤدي إلى انفصال الطبقات الخارجية للرسومات وبإضافة على التشوه اللوني بفعل إنتاج الفطريات وخاصة اللون الأسود يؤدي إلى طمس الزخارف والنقوش والألوان. (إبراهيم 2011: 34)

ويوضح الجدول (3) مظاهر التلف الناتجة عن الإصابة الفطرية (Rolleke,1996)

التلف Damage	النشاط الميكروبي Microbial activity
إذا وجدت هذه الألوان على الطبقات السطحية للرسومات: الأخضر Green والبني Brown, والأحمر red والرماديgrey	أصباغ التي تنتجها الكائنات الحية الدقيقة (داخل أو خارج الخلية) كما صبغة الكلوروفيل وصبغة carotinoide
بإزاحة طبقات اللوحة Dislodging of painting layers	استخدام المواد الرابطة العضوية والمغذيات كمصدر الطاقة
هجوم حمض الكربونات	حمض التي تنتجها الفطريات أو البكتيريا
تغيير اللون الصبغات	الأكسدة والاختزال في ردود الأفعال الناجمة عن الفطريات والبكتيريا
فقدان طبقة الرسومات	نمو الكائنات الدقيقة في أعماق البلاستير
التحلل من البوليمرات الاصطناعية	النشاط Chemoorganotrophic من البكتيريا والفطريات

ثانيا: الطيور والحيوانات Birds and Animals

الطيور Birds

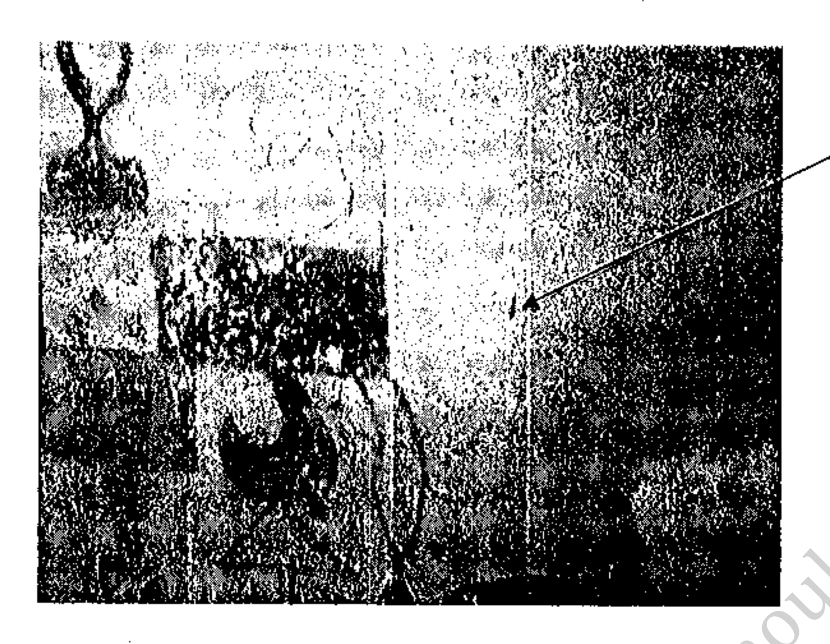
تعتبر الطيور من أكثر العوامل البيولوجية تأثيرا لما لها تأثيرات عديدة ميكانيكية أو كيميائية أو تتواجد هذه الكائنات أينما تواجد غذائها من ماء وهواء وكائنات أخرى تتغذى عليها.

ومن أهم أنواع الطيور التي تؤثر على الرسومات الجدارية:

- الحمام البري
- العصافير
- الغربان

وتكمن خطورة الطيور في فضلاتها وأعشاشها التي تشوه الأسطح المصورة كما أنه في وجود الرطوبة تتكون نتيجة هذه الفضلات أحماض مثل حمض النتريك والفسفوريك وهذه الأحماض تساعد على تآكل الأسطح نتيجة لتفاعلها معها وتكوين نتيرات الكالسيوم والتي تؤدي إلى إحداث

تجوية الكيميائية وبالإضافة لجذب بعض الكائنات الحية الدقيقة وبين الشكل (14) وجود فضلات الطيور على الرسومات الجدارية(موضوع الدراسة). (ابراهيم2011: 36).



الشكل (14): وجود فضلات الطيور على الرسومات الجدارية في المبنى

الحيوانات Animals

ومن أهمها التي تؤثر على الرسومات الجدارية:

- الفئران والجرذان
- الوطاويط والخفافيش
- الكلاب والثعالب

وتسبب الطيور والحيوانات فيما يلي:

1. وجود بعض الفضلات الأزورتية والطبقات العضوية المركبة من أملاح النترات والأوكسالات.
2. وجود بعض الحفر والثقوب الناتجة عن الحفر الميكانيكية لهذه الطيور والحيوانات، بالإضافة إلى نمو الكائنات الدقيقة على فضلات هذه الطيور والحيوانات.

3. وتتسبب الفضلات كذلك في تبقع الرسومات الجدارية مما يصعب إزالتها، وعند اتحاد هذه الفضلات بالماء يؤدي إلى تكوين أملاح النترات وغيرها من الأملاح. (ابراهيم 2011: 37).

<u>التلف البشري Human effect / Man-mad-deterioration</u>

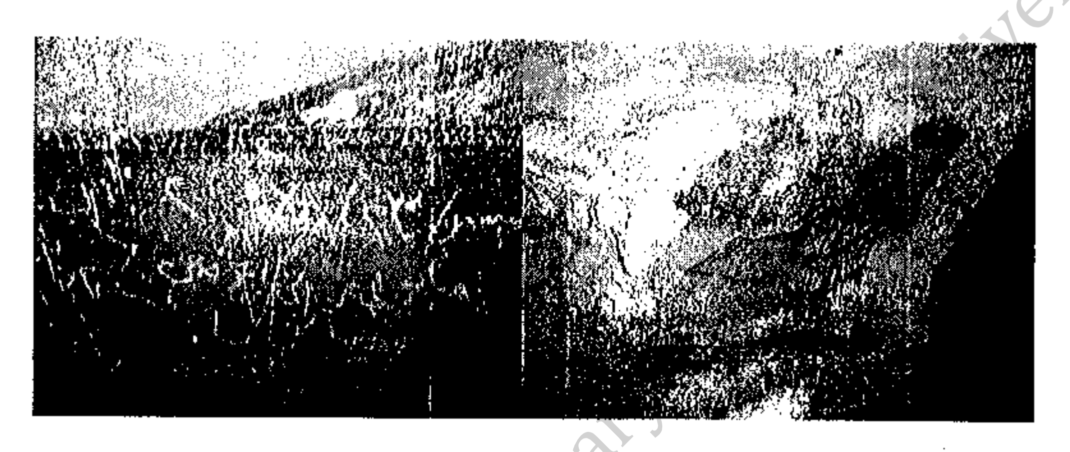
وهو بصفة أساسية نوعين: تدمير عن طريق الإهمال نتيجة لعدم الخبرة، الإهمال المتعمد (Nathan 1997: 30)، ويعتبر التلف البشري في منشآتنا الأثرية أحد مظاهر التلف التي لا يمكن تجاهلها.

وتقسم عوامل التلف البشري إلى ما يلي:

أ- الإتلاف المتعمد Intended Damage

ينتج هذا التلف عن أعمال الهدم والتخريب التي تقوم بها السلطات أحياناً والأفراد لبعض المعالم الأثرية، لرغبتم في التجديد، وذلك بسبب الإهمال والجهل وانعدام الوعي الرقابي والأثري، كما أن زيارات الأماكن الأثرية تؤدي إلى تشوية جدرانها بالكتابة أو الحفر عليها، أو عن طريق لمس الجدران بما تحمله من رسومات جدارية كما يبين الشكل(15)،كما أن عملية التنفس لزوار الأماكن الأثرية يؤدي إلى زيادة نسبة الرطوبة داخل حيز الزيارة مما يؤدي إلى تلف الرسومات الجدارية، بالإضافة إلى أعمال التخريب التي يقوم بها اللصوص كما يوضحه الشكل (16).

وكما تؤدي الحروب إلى تدمير المباني الأثرية كالأعمدة والحوائط وما تحمله من رسـومات جدارية وزخارف أو إحداث تدمير كلي للمباني الأثرية وعلى الرغم من اختلاف الأسلحة المستخدمة في الحروب قديما وحديثا فان التدمير يصيب المباني الأثرية. (إبـراهيم 2011: 39)



الشكل رقم(15): تشوية الرسومات الجدارية بالحفر عليها   الشكل رقم(16) بعض مظاهر التخريب المتعمد

ب- الإتلاف غير المتعمد Unintended Damage

تنتج عن الأنشطة البشرية دون قصد مثل إنتاج الإنسان لبعض أنواع الغازات المستخدمة في العمليات الصناعية والتي ينتج عنها زيادة أشعة (UV) في الجو وخاصة (U.V.B) وهي أشعة خطيرة جدا تعمل على أكسدة أسطح الرسومات الجدارية.

كذلك التعامل مع غاز الفريون دون مراعاة لقوانين البيئية مما يؤثر بشكل سلبي على طبقة الأوزون والتي تؤثر بدورها على طبقات الرسومات. (إبراهيم 2011: 39) ربما يعمل على إحداث المزيد من الأضرار بأوجه الحياة عامة وبالمواد الأثرية خاصة حيث زيادة نسبة الغازات، الأشعة الضارة بالمواد الأثرية، وكذلك وإن كان الحديث عن التلف البشرى ، قد قسم إلى متعمد، غير متعمد، إلا إنه قد يكون التلف أساساً داخلاً في التركيب البنائي للرسومات الجدارية وهو (السروجي 2010 : 160)

*أخطاء في تقنية العمل (أسلوب العمل) والإعداد:

- **الحامل:** ونقصد هنا الأخطاء في أسلوب تنفيذ الرسومات الجدارية، عدم تنظيف الأسطح من المعلقات ، الأملاح، الأتربة، استخدام حامل التصوير فقد يكون ضعيف جدًا.
- **الشيد:** عن طريق استخدام أرضية تحضير تكون فيها نسبة المادة الرابطة بها كبيرة مما يجعل قوة الترابط بين هذه الطبقات وبعضها أكبر من قوة الترابط بين طبقة الأرضية والجدار ، أو استخدام التبن وشعر الحيوان كمادة رابطة فإنها تساعد على أن تتحلل بواسطة الفطريات وخاصة في وجود الرطوبة.
- **الطبقة الملونة:** وقد يكون التلف بسبب استخدام مواد التلوين المستخرجة من الخامات الطبيعية والتي أثبتت مقاومتها للظروف الجوية وإن كان التلف هنا يرجع إلى وسيط التلوين (الصمغ، الغراء زلال البيض)، والذي يصاب بالتحلل، والتعفن، التقصف الشديد عند الجفاف مما يؤدى إلى حدوث انفصال وتطبل اللون في شكل قشور أو استخدام مواد تلوين غير ثابتة حيث يحدث لها بهتان، تغير كيميائي بسبب زيادة درجات الحرارة، تغير الوسط PH. (فؤاد 2003: 106)

جـ ـ الترميم الخاطئ Conservation Fault

يعد هذا من أخطر العوامل البشرية جميعاً، حيث أنه سواء بجهل عن طبيعة المواد المستخدمة أو طريقة العلاج أو نتيجة إهمال في الأداء، نقص في الإمكانيات أو نقص في القيام بالدراسات الدقيقة للعلاج والصيانة ، فمما لا شك فيه أنه ليس هناك ما هو أغلى من تراثنا بأشكاله المختلفة، لذا فمن أهم الأخطار التي يعانيها هذا التراث هو أن يتصدى لعمليات الترميم والعلاج بعض الأشخاص الذين ليس لديهم دراية كافية بهذا العلم، حيث يقوم بعمليات

العلاج بعض المرممون ممن ليست لديهم الكفاءة والخبرة التي تؤهلهم للقيام بمثل هذه العمليات، والتي من نتائجها إزالة بعض الأجزاء وطمس معالم أخرى مما يؤدى لتدمير، تشوة لتلك الأعمال الطينية نتيجة لعمليات الترميم غير المدروسة.

فمما لا شك فيه أن أعمال الترميم والعلاج تحتاج إلى أيدي خبيرة ومدربة للقيام بها، مع وجوب توافر عنصر الحذر أثناء القيام بهذه العملية، إلا إنه وبسبب عدم الدراسة المستفيضة لعمليات التلف من قبل مرممي وقلة كفاءتهم وعدم درايتهم بمراحل الترميم المختلفة وأساليبها العلمية نتجت أخطاء عديدة، أدت إلى زيادة مظاهر التلف بعد عمليات الترميم. كما أن عدم خبرتهم بمدى صلاحية وملائمة ما كانوا يستعملونه من مواد مقوية ، أدت إلى زيادة تلف مواد الآثار حيث أدت إلى تغيرات كيميائية وفيزيائية ضارة ، غيرت من طبيعة المواد وأفقدتها قوة تماسكها. (السروجي 2010 :161)

ومن أهم الأمثلة على المواد التي تستخدم في عمليات الترميم وتعتبر من المواد غير المناسبة والتي تسبب تلف للآثار:

- استخدام مواد السيليكات القوية Alkaline Silicate

والتي كان استخدامها مألوفا كمواد مقوية ولكنه يكون طبقة بيضاء على سطح الرسومات ومن الصعب إزالتها.

- استخدام الشمع في عمليات عزل الرسومات الجدارية وكما انه يغير من الشكل العام للرسومات والألوان، كما انه يعطي طبقة شمعية تجذب الأتربة مما يعطي منظرا كئيبا وقاتما.

- استخدام الصمغ العربي وبياض البيض كمواد مقوية أو كطبقة ورنيش ولكن وجد أن السطح المعالج يصبح معرضا بعد ذلك للتلف بالكائنات الحية الدقيقة في وجود الرطوبة بالإضافة إلى تشقق عند الجفاف.
- استخدام مونة الاسمنت Using Black cement

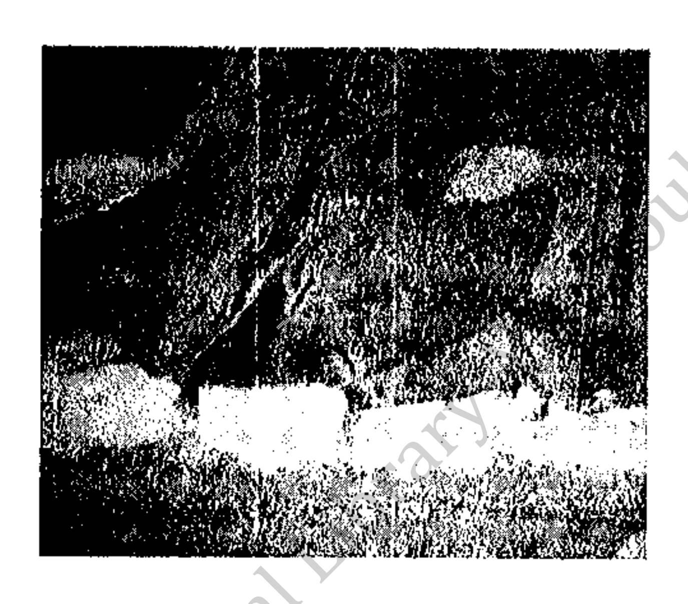
حيث تعتبر استخدامها وبخاصة الأسود منها إلى زيادة نسبة الأملاح التي تخلفها بعد عمليات التصلب والجفاف، مضيفا بذلك عاملا أخر يؤدي إلى تراكم الأملاح القابلة للذوبان في بنية الحجر ثم إلى سطح الجدران ثم تبلورها في أماكن مختلفة منه، ويتسبب تبلور الأملاح وما يصاحبه من ضغوط موضعية في تفتت السطوح وضياع ما تحمله من نقوش وكتابات وزخارف انظر الشكل (17).



الشكل (17): استخدام الاسمنت في عمليات الترميم في المبنى -موضوع الدراسة-

- ومنها استخدام الجبس في أماكن شديدة الرطوبة .

الرطوبة العالية تؤدي إلى إذابة جـزء مـن الجـبس (كبريتـات الكالـسيوم المائيـة) ($CaSO_4.2H_2O$)، حيث يتسرب محلوله إلى أماكن مختلفة من البناء، ثم تبلـوره عنـد جفاف محاليله، حيث يؤدي ذلك إلى تفتت السطوح بفعل الضغوط التي تـصاحب النمـو البلوري كما في الشكل (18). (إبراهيم 2011: 39)

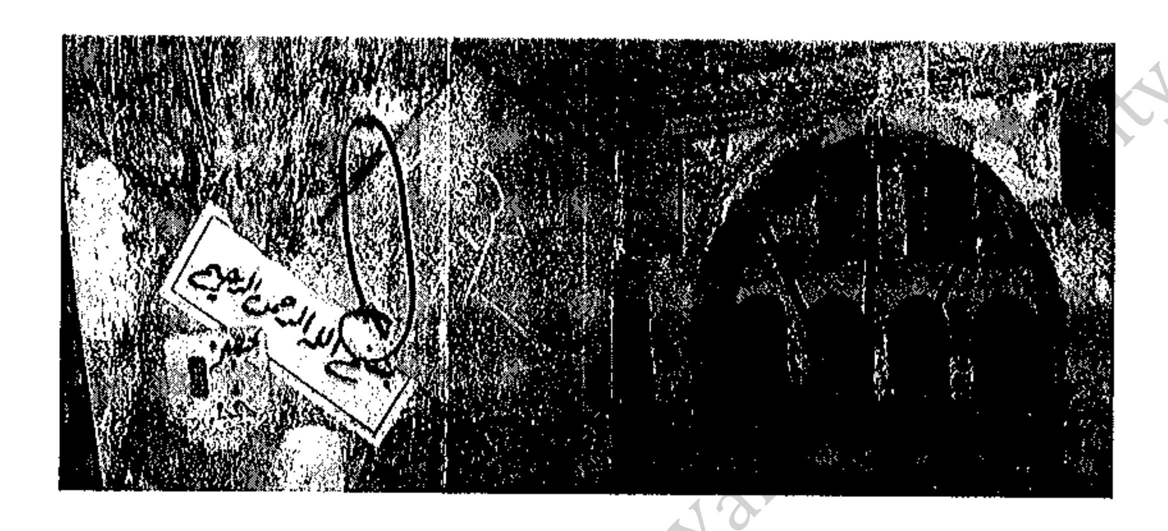


الشكل (18): استخدام الجبس في المبنى

استخدام أسياخ حديد في الترميم:

شاع وانتشر استخدام أسياخ الحديد في عمليات الترميم سواء للربط، التدعيم، وإن لم تكن أسياخ كاملة، فيتم استخدام مسامير من الحديد للتسليح والربط أنظر الشكل(19)، حيث أنه عند صدأ الحديد ، فإنه يؤدى إلى زيادة حجمه مما يسبب التفاعلات وضغوط خارجية، حيث تتكون شقوق من المادة الأصلية، بالإضافة إلى استخدام الحديد في الوصلات أو الترميم فإنه في حالة تلفه يؤدى لحدوث تشوية لسطح الأثر بلون الصدأ الناتج، وهذا نلاحظه في خلفيات القطع من استخدام مونة الجبس الباريسي مع عوارض خشبية لعمل سنادة ، مع استخدام المسامير الحديدية التي صدأت مما ولد ضغوطًا ، وتتشوه بلون الصدأ. وإن كان ولابد فإنه يتم

استبدالها أسياخ الصلب غير القابلة للصدأ، حتى على الأقل يتم عزلها ضد الصدأ ومثال على ذلك ما حدث في مقابر قويلبة وكما يظهر الشكل (20).



الشكل رقم (19): استخدام مسامير من الحديد فوق الرسومات الشكل رقم(20): استخدام الحديد في التدعيم

الفصل الثالث

أساليب وطرق الصيانة والترميم للرسومات الجدارية

يعتبر علم صيانة الآثار عبارة عن علم يعتمد على الاستعانة بكل العلوم والتقنيات التي تساهم في دراسة وصيانة التراث، وتحتاج عمليات العلاج والترميم وقت كبير وصبر حتى يتم الانتهاء من هذه العمليات. (Charles 1984: 68)

علم صيانة الآثار عبارة عن تهيئة الظروف المناسبة والوسط الملائم لحفظ الآثار من العوامل الطبيعية واختلاف درجات الحرارة والرطوبة والتي تؤثر تأثير سلبي ومباشرا على الأثر، وبعد تحديد عوامل التلف يمكن معرفة طرق العلاج المناسبة (حسن 1979: 7)، حيث يتم وضع خطة علاج وذلك من خلال اختيار أفضل المواد المستخدمة في التنظيف وكذلك مواد التثبيت والتقوية والاستكمال (Getty 1987:8)، ويجب أن لا تسبب هذه المواد أي أضرار جانبية تضر بحياة الأثر أو تشوه مظهرها الخارجي (عبد الهادي 1996: 23)

والهدف من المحافظة على اللوحات وعلاجها للحد من التدهور وإطالة عمر فترة اللوحات الجدارية، حيث يكون التدخل في مستوى الأدنى، ويجب احترام أصالة اللوحات لأنها تعتبر جزء منها. (Kerem serifaki 2005:1)

أولا: التنظيف cleaning

وتبدأ أولى مراحل العلاج بعمليات التنظيف المختلفة حيث يعتبر من الوسائل السهلة للمحافظة على الآثار، حيث يشترط الخبرة اللازمة والمهارة الشخصية (عبدالله محمد 2012: 120)،غالبا ما تتعرض الرسومات الجدارية إلى العوامل الجوية والبيئية المختلفة، حيث تتراكم الرواسب العالقة سواء كانت أتربة أو رواسب محلية أو مواد كربونية أو رواسب حمضية أو فضلات الطيور المتنوعة ويستوجب ذلك إلى تنظيف الرسومات الجدارية من هذه الاتساخات قبل أن تطمس معالم اللوحة وتتلفها. (حسن 1979: 152)

حيث تعتبر التصاق هذه الاتساخات بشدة بسطح الصورة وطبقة الألوان من العمليات الصعب إزالتها وعند إزالتها يجب الحرص على عدم خدش سطح الرسومات. (Mora 1995: 93)

.وقد أكد الباحثين أن عملية التنظيف من العمليات الصعبة وليست من الأمور البسيطة والسهل القيام بها. (James A; Jondith A 1986: 50)

وأهم الطرق المستخدمة في تنظيف سطح الرسومات الجدارية وتنقسم طرق التنظيف إلى:

1. التنظيف الميكانيكي *Mechanical Cleaning*
2. التنظيف الكيميائي *Chemical Cleaning*
3. التنظيف باستخدام الأنزيمات *Cleaning by Enzymes*

الأساليب التقليدية في التنظيف(الميكانيكي والكيميائي)

Traditional methods of cleaning (mechanical and chemical)

تبدأ عمليات التنظيف بالتنظيف الميكانيكي أولا لإزالة الرواسب السطحية البارزة وذلك بالفرش الناعمة والمشارط والفرر، مع الحرص الشديد في المناطق الضعيفة والهشة والتي تحتوي على ألوان، ثم يبدأ بالتنظيف الكيميائي باستخدام المحاليل والمذيبات لإزالة ما تبقى من رواسب.(فؤاد 2003: 120)

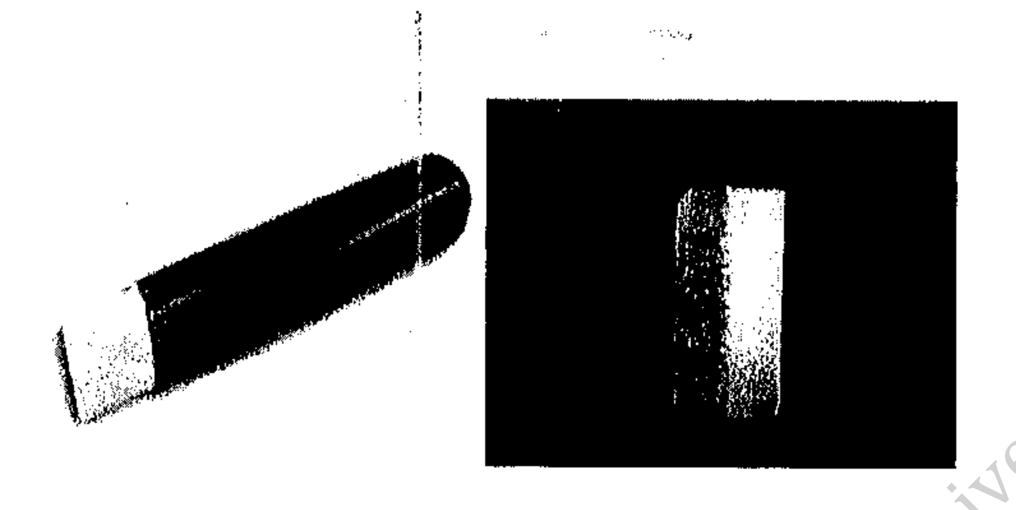
التنظيف الميكانيكي Mechanical Cleaning:

يعتبر Mora أن التنظيف الميكانيكي من أفضل الطرق في إزالة الأتربة Dust والطبقات السطحية والأملاح Salts وبقايا الحشرات Insect nets والنباتات Plant .

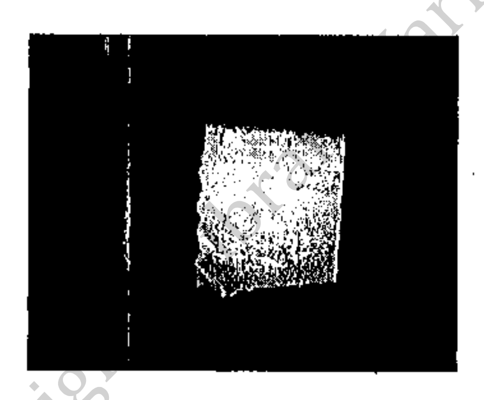
وهذا النوع من التنظيف يتم كسر الرابطة بين الأتربة وأي حبيبات اتساخ أخرى بين سطح الأثر دون استخدام أي مواد أو محاليل منظفه تؤثر أو تتلف الأثر. وقبل البدء بعمليات التنظيف الميكانيكي يجب التأكد من عدم هشاشة سطح الرسومات الجدارية المراد علاجها وفي حالة وجود قشور لونية يتم تثبيتها أولا (إبراهيم 2011: 44)

ويتم التنظيف الميكانيكي من خلال استخدام الفرش الناعمة الجافة Brushes (Ingval Maxwell 2007:5)، واستخدام المشارطscalps وفرش الألياف الزجاجية fiberglass brushes والإسفنج sponges كما موضح في الشكل رقم (21).(Sharon 1987: 53)

ومن طرق التنظيف الميكانيكي أيضا استخدام أنواع مختلفة من الأساتيك اليدوية (الممحاة الناعمة) soft erasers ، وفي بعض الحالات التي بها أملاح متكلسة أو اتساخات متصلبة مثل الفضلات وأعشاش الحشرات مثل النحل البري أو استخدام ماكينة شفط الأتربة Vacuum cleaner ولكن استخدام مثل هذه الماكينات قد ينتج بعض الأخطاء ولكن يمكن تفاديها باستخدامها بحرص في المناطق الأكثر مقاومة ويستحب الاستعانة بالعدسات المكبرة حتى لا يتلف السطح. (فؤاد 2003: 120)



فرش الألياف الزجاجية　　　　مطاط للتنظيف



نوع من الاسفنج الخاص بالتنظيف

الشكل رقم (21): تبين بعض الأدوات المستخدمه في التنظيف الميكانيكي

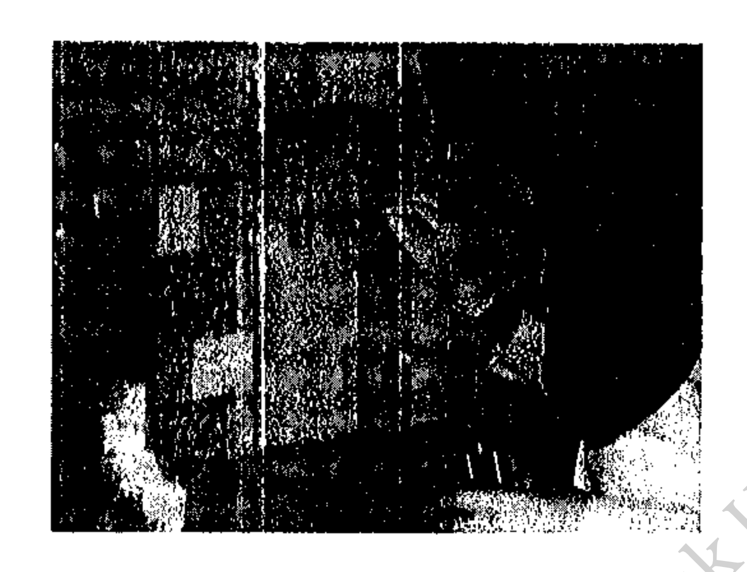
التنظيف الكيميائي Chemical cleaning:

يعتبر التنظيف الكيميائي المستوى التالي من عمليات التنظيف وهو إزالة تراكم الأوساخ الأثقل، والتي لم تفلح إزالتها بالطرق الميكانيكية ، ويعتمد على كسر الروابط الأولية للمواد الصلبة (فؤاد 2003: 121)، وذلك باستخدام الماء أو محاليل حمضية أو قاعدية. ومن الأسس العامة في الترميم أن يتم استخدام الكيمياويات في أضيق الحدود ويفضل عدم استخدامها إذا لم تكن حاجه ماسه لذلك وذلك لتلافي أي احتمالية للضرر الناتج عن ذلك (إبراهيم 2011: 45).

ومن المتعارف عليه أن مرممي الآثار استخدموا في الماضي مواد كيميائية مختلفة في مصادرها وطبيعتها، كما أتبع هؤلاء المرميين طرقا متعددة في علاج وترميم الآثار والمقتنيات الفنية التي أصابها التلف.

أولا: التنظيف بالماء Wet cleaning:

ويكون التنظيف بالماء من العمليات السهلة والبسيطة حيث يكون مقدار الأضرار أقل لإزالة الأوساخ في المباني الأثرية إذا اتبعت بعض الإحتياطات وقد يكون أقل تكلفه ويكون التنظيف بالماء أما بالرش spray أو بالبخار steam ويمكن إضافة بعض المنظفات العضوية مثل الكحول الايثيلي والكحول الميثيلي وذلك ليسهل عملية التبخر. (Grimmer 1988:16) ويبين الشكل (22) استخدام الكحول والماء في التنظيف بعض الرسومات الجدارية. حيث لا تستعمل عموديًا على السطح بل بطريقة مائلة مع استخدام فرش ناعمة لينة للمساعدة في إزالة الاتساخات. (John Ashurst 1982:274)



الشكل رقم(22): تبين استخدام الكحول والماء في التنظيف

ثانيا: التنظيف بالأحماض والقلويات الضعيفة Cleaning acids and weak alkalis:

وتستخدم الأحماض في عمليات التنظيف ، حيث أنها تتفاعل مع الروابط الهيدروجينية للبروتينات والدهون وتكسرها مما يسهل إزالتها ونستخدم في التنظيف فقط الأحماض الضعيفة (الخليك، الفورميك) ثم يعادل السطح ويغسل بالماء المقطر جيدا ويجفف (فؤاد 2033: 121)، وتستخدم القلويات الضعيفة أيضا مثل أمينات الأمونيوم Ammonia Amines والبيريدين Pyridine وهي مواد متطايرة تستخدم في تكسير الروابط الهيدروجينية للدهون والاتساخات كما في الشكل رقم(23)، ويمكن أن تستخدم في غياب الماء. (Mora 1985: 169-179)



الشكل رقم(23): توضح استخدام البيريدين في تنظيف الصور الجدارية

ولكن يحذر استخدام المواد والطرق الآتية في التنظيف:

1. عدم استخدام محاليل الأحماض القوية ذات التركيز العالي مثل أحماض الهيدروكلوريك HCL، الكبريتيك H_2SO_4 والنيتريك حيث تؤدى إلى إذابة البروتينات الموجودة في الوسيط اللوني وكما تؤدي ذلك إلى تكوين أملاح غير قابلة للذوبان .
2. استخدام المحاليل القلوية المركزة مثل هيدروكسيد الصوديوم وغيرها حيث أنها تؤدى إلى تآكل السطح مع صعوبة معادلتها .
3. عدم استخدام طريقة التنظيف بالبخار حيث أنها تؤدى إلى تفكك حبيبات الجبس وتنفصل في شكل بودرة وتحدث تبقع للأجزاء الملونة. (إبراهيم 2011: 46)

ثالثا: المذيبات العضوية Organic Solvents:

المذيبات Solvents:. هي سوائل عضوية متطايرة حيث يمكنها أن تذيب وتحل أي مواد بدون أية تغييرات كيميائية سواء لنفسها ، للمادة المذابة ذاتها، وهى سائلة في درجات الحرارة

العادية يفضل قبل البدء بهذا التنظيف عمل الاختبارات اللازمة في حالة الأسطح الملونة وتستخدم المذيبات العضوية في إزالة البقع بشكل موضعي حيث تتميز هذه المذيبات بقدرة كبيرة على إزالة العديد من البقع الناتجة من مخلفات الطيور والكائنات الدقيقة والبقع الدهنية والسناج. (عبدالله 2012: 122)

وتتعدد أنواع المذيبات العضوية التي يمكن استخدامها بنجاح في تنظيف الرسومات الجدارية:

- الأسيتون CH_3 Acetone
- التولوين $C_5 H_6 - CH_3$ Toluene
- الكحول الإيثيلي C_2H_5OH Ethyle Alcohol
- الكحول الميثيلي $CH_3 - OH$ Methyl Alcohole
- الذايلين $C_6H_4(CH_3)_2$ Xylene
- تراى كلورايثلين C_2H_4 Trichloroethylene
- الفورمالدهيد CH_2O Formaldehyd

ولا بد من تطبيقها بحذر وأن تتخذ الإجراءات الأمنية التي توفر الوقاية للقائمين بأعمال الصيانة لان هذه المواد سهلة الاشتعال بالإضافة إلى أنها سامه، ويتم التنظيف باستخدام فرشاة أو إسفنج وفي بعض الحالات التي تتطلب وضعها لعدة ساعات وحتى لا يتم تبخرها بسرعة يتم وضع مواد هلامية jel أو مكثفات thickeners أو الشمع waxes (Grimmer 1986: 19)، وفي جميع الحالات لابد من تنظيف الرسومات من أثر المحاليل والمواد المستعملة بواسطة الماء والكحول بنسبة 1:1 بقطعة من الإسفنج.

رابعا: التنظيف بالكمادات Poultice Techniques:

تستخدم أيضا الكمادات في التنظيف لإزالة الرواسب السطحية المتكلسة بالإضافة إلي استخدامها لاستخلاص الأملاح واستخدمت في نطاق واسع في تنظيف الرسومات الجدارية في ايطاليا. (فؤاد 2003: 123)

ويمكن عمل كمادات من عجينة الورق أو مخلوط من الرمل والطين الخاليين من الأملاح، وتوضع هذه الكمادات على السطح حتى تجف تماما وتتبلور على سطحا الأملاح التي تتحرك إليها من داخل سطح الأثر ويتم تكرار العملية أكثر من مرة، وللتأكد من عدم وجود أملاح يتم إضافة محلول نترات الفضة في وجود حامض النتريك إلى القليل من ماء الغسيل، وإذا تكون راسب ابيض(كلوريد الفضة AgCl) يدل علي وجود أملاح كما يوضح الشكل رقم (24).(عوض 2002: 308)



الشكل رقم(24): توضح استخدام الكمادات في استخلاص الأملاح في مبنى- موضوع الدراسة في حالة وجود الأملاح على سطح الرسومات الجدارية (طبقة الألوان) فلا بد من تثبيت طبقة الألوان قبل البدء في التنظيف واستخلاص الأملاح بحلول البارالويد B72 المذاب

في الأسيتون بنسبة 3-5% ويتم تطبيقه باستخدام الرش أو الفرشاة فوق الألوان مرة واحدة سريعة حتى لا يتم التثبيت بشكل كامل ، وبعد ذلك توضع عجين من الورق تعمل على تسرب الماء إلى طبقة الرسومات فيحدث إذابة لأملاح داخل المسام وعندما يبدأ الورق بالجفاف تتجه المياه مرة أخرى إلى الورق محملة بالأملاح وبعد تمام عملية الجفاف تظهر بلورات الملح فوق سطح الورق الجاف، وتكرر العملية أكثر من مرة حتى نتأكد من عدم وجود الأملاح. (إبراهيم 2011: 51).

الجدول رقم (4): ملخص لعمليات التنظيف (Grimmer 1988:31)

المادة المراد إزالتها	Acid-Sensitive Masonry	Non-Acid-Sensitive Masonry
	الحجر الجيريLimestone والرخام Marble والحجر الرملي الجيرية Calcareous Sandstone، الطوب المزجج Glazed Brick، الجرانيت مصقولPolished Granite	الحجر الرمليSandstone ، حجر الغرانيت Granite ، طوب غير المطليUnglazed Brick ،الاسمنت Concrete
الأتساخ و / أو القشور الملوثة	يغسل بالماء (الماء + المنظفات غير الأيونية) منظفات القلوية (الأمونيا أو هيدروكسيد البوتاسيوم)	يغسل بالماء (الماء + المنظفات غير الأيونية) منظفات الحمضية (حمض الهيدروفلوريك)

رسم Paint (زيت Oilوالمطاطlatex والاكريليك acrylic coating ، الفينيلvinyl ، الايبوكسي epoxy، يوريتان-urethane)	مزيل الألوان القلوي (الأمونيا أو هيدروكسيد البوتاسيوم أو صوديوم فوسفات) المذيبات العضوية مزيل الألوان (كلوريد الميثيلين)	مزيل الطلاء القلوي (الأمونيا أو هيدروكسيد البوتاسيوم أو صوديوم فوسفات) المذيبات العضوية مزيل الألوان (كلوريد الميثيلين)
غسول الأبيض White wash والإسمنت and Cementations Paints	حامض الخليك أو محلول ضعيف جدا من حمض الهيدروكلوريك	حمض الخليك حامض الهيدروكلوريك
البقع - الحديد (الصدأ) Stains (- Iron (Rust	كماده من: سيترات الصوديوم في الماء + الجلسرين أو أكسالات الأمونيوم	كماده من: حمض الأكساليك أو حمض الفوسفوريك + ملح الصوديوم في الماء أو تمييع حمض الهيدروفلوريك
بقع النحاس - Stains Copper	كماده من: كلوريد الأمونيوم أو هيدروكسيد الألومنيوم + الأمونيا	كماده مع: الأمونيا (+ EDTA) **Ethylenediaminetetraacetic acid**
البقع - الصناعية (الدخان smoke والشحبار soot ، والشحومgrease ، والنفط	تنظيف سطح حبيبات الغبار مسحوق التبييض مع المياه بالمنظفات المنزلية	تنظيف سطح حبيبات الغبار مسحوق التبييض مع المياه بالمنظفات المنزلية -غاز الأمونيا

القطران المعادن Mineral tar أو الإسفلت asphalt ، والشمع waxes)	-غاز الأمونيا منظفات القلوية كمادن مع واحد مما يلي: بيكربونات الصوديوم الأسيتون (صودا الخبز) خلات الأثيل النفتا الأميل خلات التولوين كلوريد الميثيلين الزيلين Trichloroethylene الكحول الإيثيلي الثلج الجاف/ ثاني أكسيد الكربون (القطران، الأسفلت، الصمغ)	منظفات القلوية كمادن مع واحد مما يلي: بيكربونات الصوديوم الأسيتون (صودا الخبز) خلات الأثيل النفتا الأميل خلات التولوين كلوريد الميثيلين الزيلين Trichloroethylene الكحول الإيثيلي الثلج الجاف/ ثاني أكسيد الكربون (القطران، الأسفلت، الصمغ)
البقع – النباتية والفطرية (الأشنات lichens ، والطحالب algae، والفطريات fungi)	الأمونيا المخففة Dilute ammonia مواد التبييض Bleaches بيروكسيد الهيدروجين Hydrogen peroxide هيبوكلوريت الصوديوم Sodium hypochlorite	الأمونيا المخففة Dilute ammonia مواد التبييض Bleaches بيروكسيد الهيدروجين Hydrogen peroxide هيبوكلوريت الصوديوم Sodium hypochlorite
البقع – كتابات	المذيبات العضوية أو القلوية	المذيبات العضوية أو القلوية مزيل

(الدهانات، رذاذ الدهانات)	مزيل طبقات الدهان الرقيقة أو الأسيتون المذيبات العضوية (كلوريد الميثيلين)	طبقات الدهان الرقيقة أو الأسيتون المذيبات العضوية (كلوريد الميثيلين)
الأملاح Salt/Efflorescence	يغسل بالماء كمادة (الماء)	يغسل بالماء كمادة (الماء)
فضلات الطيور Bird Droppings	يغسل بالماء المياه + منظف+ EDT A	المياه + منظف + EDT A أو منظف حمضي (حمض الهيدروفلوريك)

أصبح علم الأنزيمات موضوعا متطورا إلى حد كبير، وقد تشعب في اتجاهات عديدة وارتبط مع عدد من العلوم الأخرى خاصة الكيمياء الحيوية، الكيمياء الفيزيائية، علم الجراثيم Bacteriology ، علم الأحياء الدقيقة microbiology، الوراثة، النبات، الزراعة، الصيدلة، الطب، والهندسة الكيميائية (أبو خرمه 1976: 5)، واستخدمت الأنزيمات على نطاق تجاري منذ زمن بعيد حيث استخدمت في دباغة الجلود Leather tanning وفي صناعة الجبن وفي صناعة الخبز وفي التخمير، واتسعت استخداماته الآن بشكل كبير في مختلف المجالات الطبية والغذائية والبيئية.

وتعتبر أيضا الأنزيمات من المواد الحديثة والتي بدء استخدامها في تنظيف الرسومات الجدارية وما زال موضوع استخدام الأنزيمات في التنظيف في طور الدراسة حيث لا يمكن تطبيقها على مساحات كبيرة نظرا للدقة المطلوبة في استخدامها بالإضافة إلى تكلفتها العالية. (إبراهيم 2011: 49)

تعريف الأنزيمات Definition of enzymes :

هي عبارة عن محفزات بيولوجية ذات طبيعة بروتينية تكونها الخلايا الحية، وتعمل على تسريع التفاعلات الكيميائية داخل النظام البيولوجي للوصول إلى حالة الاتزان دون أن يطرأ عليها أي تغيير من خلال خفض حاجز طاقة التنشيط. (الطيب، والجرار 2005: 1)

وتتكون الأنزيمات من الأحماض الأمينية ، وحيث تزيد سرعة التفاعلات الكيميائية الحيوية من 10^6 إلى 10^{12} مرة مقارنة بسرعة التفاعلات بدون وجود الأنزيمات، والأنزيمات لها

شكل مجسم ثلاثي الأبعادThree dimensional structure . (زهران، وبريشة 2004: 53)

بعض الأنزيمات تتكون من بروتين فقط في صورة نشطة ولا تحتوي على مجموعات كيميائية غير الأحماض الأمينية، والبعض يحتاج إلى جزء غير بروتيني لكي يصبح نشطا ويسمى (مجموعة كيميائية إضافية) باسم العامل المساعد (cofactor). والذي قد يكون ايونا معدنيا غير عضوي مثل ايونات المغنيسيوم Mg^{++}، أو الزنك Zn^{++}، والأنزيم الذي يحتاج لمثل هذه العناصر يسمى الأنزيم المعدني Metalloenzyme. (Pfnud 2001: 195)

وتوجد تصنيفات عديدة للأنزيمات وقد صنفت حسب ما أوصى اتحاد جمعيات اختصاصي الكيمياء الحيوية العالمي (IUBS) إلى ست مجموعات تبعا للتفاعلات التي تحفزها. ويتألف تعريف الأنزيم من سلسة من أربع أرقام ويشير الرقم الأول إلى المجموعة الرئيسية بينما الثاني والثالث إلى المجموعة الأصغر والصغير على التوالي بينما الرقم الرابع يشير إلى الأنزيم في اصغر مجموعة معينه. (طيب، جرار 2005: 2).

ويوضح الجدول (5) الخصائص الرئيسية في هذه المجموعات الستة (ادواردز،و هسال 1986: 211-212):

رقم المجموعة	اسم المجموعة	ملاحظات
1	**أنزيمات الأكسدة والاختزال (Oxidoraeductases)**	هذه الأنزيمات خاصة بتفاعلات الأكسدة والاختزال حيث تضيف هذه الأنزيمات أو تزيل الالكترونات أو الأكسجين أو الهيدروجين على سبيل المثال: 1. أنزيمات الأكسدة oxidases 2. الأنزيمات النازعة الهيدروجين Dehydrogenases
2	**الأنزيمات الناقلة (Transferases)**	تنقل هذه الأنزيمات مجموعة من جزيء عضوي إلى أخر على سبيل المثال: - أنزيمات نقل مجموعة الميثيل (Methyl group tranferases) - أنزيمات نقل مجموعة الفوسفات (Phosphotransferases) - أنزيمات نقل مجموعة الأمين (Aminotransferases)
3	**أنزيمات التحليل المائي (Hydrolases)**	تعمل هذه الأنزيمات على إضافة الماء إلى المادة الخاضعة أو نزعها منها على سبيل المثال الأنزيمات العاملة على روابط الاستر وعلى روابط عديد التسكر وعلى الروابط الببتيدية.

4	**الأنزيمات النازعة (اللاييز) (Lyases)**	تزيل هذه الأنزيمات المجموعات بدون وجود الماء، تاركة رابطة مزدوجة أو على العكس من ذلك نضيف مجموعات إلى الروابط المزدوجة على سبيل المثال: أنزيم دي كربوكسيليز (decarboxylase)
5	**أنزيمات التماثل (Isomerases)**	تعيد هذه الأنزيمات توزيع الذرات أو مجموعات الذرات في جزيء ما، على سبيل المثال: أنزيمات الابيميريز (epimerases) وأنزيمات الميوتيز (mutases)
6	**الأنزيمات الرابطة (Ligases)**	تقوم هذه الأنزيمات بتحفيز التفاعلات الحيوية التي يتم بها اتحاد مركبين معا وتعرف أيضا بالأنزيمات المركبة Synthetases

العوامل التي تؤثر على سرعة التفاعلات الأنزيمية Factors Affecting Velocity of Enzyme Reactions

1) الحرارة Heat

لكل أنزيم درجة حرارة مثلى وتزداد سرعة التفاعل بارتفاع درجة الحرارة حتى تصل حرارة التفاعل إلى درجة الحرارة المثلى والتي تكون عندها سرعة التفاعل أعلى ما يمكن. (زهران، وبريشة 2006: 59). حيث يؤدي ازدياد درجة الحرارة إلى ازدياد شدة التفاعل الكيميائي. لكنه عندما يتم التفاعل بواسطة الأنزيمية فأن الأمر يختلف وذلك لأن الأنزيمات تعمل في الخلايا الحية In vivo في درجات الحرارة المعتدلة وتفقد فعاليتها في درجات الحرارة الأكثر ارتفاعا بدرجات الحرارة المعتدلة وتفقد فعاليتها في درجات الحرارة الأكثر ارتفاعا بدرجات متفاوتة. حيث يتوقف نشاط جميع الأنزيمات عند الغليان وأيضا عندما تصل درجة الحرارة إلى 70 مئوية، حيث يعتمد مقدار فقدان فعالية الأنزيمية على كل من درجة الحرارة وفترة تعريض الأنزيمية لهذه الدرجة من الحرارة. (أبو خرمه 1976: 91)

وقد تكون درجة الحرارة المثلى أعلى ب 20-30 م^{0} مقارنة مع التفاعل الذي يحفزه الأنزيم نفسه عندما تتم دراسته لفترة زمنية أطول. (ادواردز، وهسال 1986: 220)

حيث يتم حضن القطاعات النسيجية في الوسط الحاضن للأنزيم المراد الكشف عنه عند درجة الحرارة الملائمة لنشاط هذا الأنزيم، وهناك ثلاث درجات حرارة تتم فيها التفاعلات الكيميانسيجية للأنزيمات:

1- درجة الحرارة 37م^0.

يتم حضن تفاعل النشاط الأنزيمي للعديد من الأنزيمات عند درجة حرارة 37م ^{0} وهي درجة حرارة جسم الإنسان.

2- درجة حرارة الغرفة.

تتناسب درجة حرارة الغرفة مع بعض الأنزيمات التي يراد الكشف عنها في أنسجة شديدة النشاط، ومن الأنزيمات التي يتم حضن التفاعل الخاص بها عند درجة حرارة الغرفة كل من الأتي:

- الاسترازات غير المحددة Ester
- الفوسفاتاز القاعدي Alkaline *phosphatase*
- الببتدازات في كل من الكلية والأمعاء *Peptide*
- الأنزيمات النازعة الهيدروجين Dehydrogenase

3- درجة حرارة 4 م^0.

هناك العديد من الأنزيمات يعطي الكشف عنها بتقنيات كيمياء الأنسجة بنتائج أفضل، إذا ما تم حضن القطاعات في وسط الحضن عند درجة حرارة 4 م^0 وهي درجة حرارة الثلاجة حيث أن بعض المواد الداخلة في التفاعلات الأولية أو الثانوية من مراحل ترسيب نواتج نشاط الأنزيم أو الاقتران معها وتبقى أكثر ثباتا عند درجة حرارة 4 م^0 منها عند درجة حرارة الغرفة أو 37 م^0، ومن هذه الأنزيمات:

- الفوسفاتاز الحمضي *Acid Phosphatase*.
- الجليكوسيدازات الحمضيةGlucogollin acid .

- اللاكتاز lactase .
- الاسترازات الحمضية Ester acid.
- الببتدازات *Peptides* .

وعندما تصل درجة الحرارة إلى 55م^{0} فان الروابط الضعيفة التي تحافظ على شكل النشط للبروتين المكون للأنزيم تبدأ بالتكسر بسبب الطاقة الحرارية مما يؤدي إلى مسخ Denaturation بروتين الأنزيم وفقدان النشاط التحفيزي. (طيب، جرار 2005: 44-46)

2) الأس الهيدروجيني (PH)

إن جميع الإنزيمات حساسة جدا لتغيرات الحموضة (أبو خرمه 1976: 89)، ولكل أنزيم درجة حموضة امثل تكون عنده سرعة التفاعل الأنزيمي أعلى ما يمكن، ويرجع السبب في ذلك إلى تأثير رقم الأس الهيدروجيني على تأين المجاميع الفعالة في الأنزيم أو مادة التفاعل مم يؤثر على قوة ارتباط مادة التفاعل بالأنزيم وبالتالي على وظيفية المراكز الفعالة في الأنزيم، فمثلا أنزيم الببسين لا ينشط إلا في الوسط الحمضي الذي يوجد في المعدة والوسط الحمضي له يتراوح الأس الهيدروجيني له بين 1.5-2.5 ويبطل مفعولة في الوسط الحمضي وهناك أنزيمات تعمل في الوسط المتعادل مثل أنزيم اليوريز Urease الذي يعمل عند أس هيدروجيني (7). (زهران، وبريشة 2006: 59)

ويتناقص نشاط الأنزيم التحفيزي خارج مدى الرقم الهيدروجيني الطبيعي سبب تغير حالة التأين للسلاسل الجانبية للحموضة الأمينية في بروتين الأنزيم والى تكسير الروابط المحافظة على الأبعاد الثلاثية لبروتين الأنزيم. لذلك تظهر الأنزيمات حساسية عالية للتغيرات في الرقم الهيدروجيني ولكل أنزيم على الأغلب رقم هيدروجيني امثل ينشط من خلاله.

ويمثل الجدول (6) الرقم الهيدروجيني (PH) لبعض الأنزيمات. (طيب، جرار 2005: 41-43)

اسم الأنزيم	الرقم الهيدروجين الأمثل
الفوسفاتاز القلوي	9.4 – 9.2
الليبيز	8
نازع هيدروجيني اللاكتات	7.6 – 7.2
فوسفورلاز الجلايكوجين	5.8
سنثاز الجلايكوجين	7.4
نازع ماء الكربونات	7.4
ألفا – جلاكتوسيداز	5
بيتا – جلاكتوسيداز	5 - 3

الجدول رقم (6): الرقم الهيدروجيني الأمثل لبعض الأنزيمات

3) تركيز الأنزيم Concentration of the enzyme

تتناسب السرعة الابتدائية للتفاعل الأنزيمي تناسبا طرديا مع تركيز الأنزيم؛ ولذلك عند توافر الظروف المثلى للتفاعل، وتؤدي زيادة تركيز الأنزيم إلى زادة عدد المواقع النشطة المتاحة للتفاعل وبالتالي زيادة معدل التفاعل.

4) تركيز مادة التفاعل Concentration the reaction

تتناسب سرعة التفاعل الأنزيمي تناسب طرديا مع تركيز مادة التفاعل إذا كان تركيز الأنزيم ثابتا. وتستمر هذه الزيادة حتى يصل معدل التفاعل الأنزيمي إلى أقصى سرعة (V max) Maximum velocity وتتم تثبيت سرعة التفاعل بعد ذلك على الرغم من زيادة تركيز مادة التفاعل ويعرف تركيز مادة التفاعل في هذه الحالة بمستوى التشبع. (زهران، وبريشة 2006: 60-61)

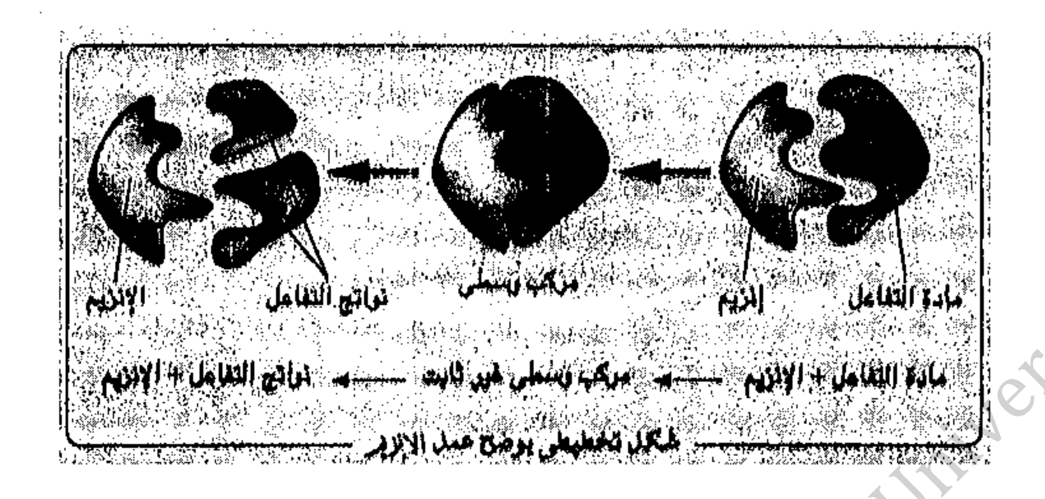
ميكانيكية فعل الأنزيم Mechanical enzyme reaction

يوجد على سطح جزيء الأنزيم (E) ما يسمى ب "مركز النشاط" يتم إرفاق الركيزة والتي يحدث تحول الركيزة.

ويتفاعل الأنزيم مع مادة التفاعل (الركيزة) (s) عند ذلك مركز النشط، حيث أن مركز النشط لكل أنزيم له شكل مميز ومحددة الركيزة وتنسجم معه تماما ويسمى القفل والمفتاح كما يوضح الشكل (24)، حيث أن الأنزيم والركيزة يتكون من تشكيل معقد لم يدوم طويلا بعد تنفيذ الركيزة (Es)، فإن مركز النشاط يصبح حرا مرة أخرى، حيث ينفصل الركيزة والأنزيم إلى الناتج (P) والأنزيم، وخلال عمليات الاتحاد يحدث تفاعلات كيميائية كما يوضح الشكل (25) ذلك. (Pfund 2001: 195-196)

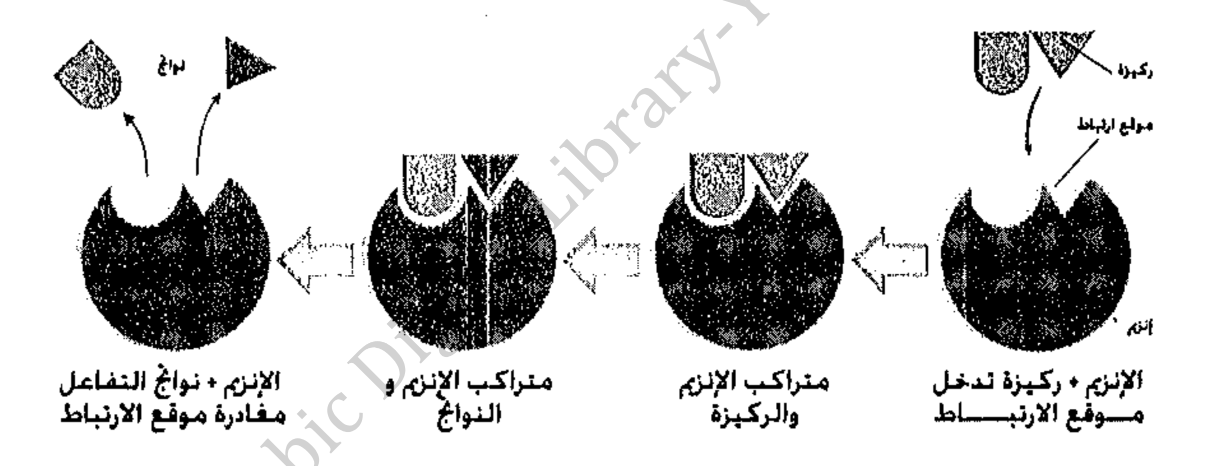
ويمكن توضيح ذلك بالمعادلة الآتية (زهران، وبريشة 2006: 62):

الأنزيم + مادة التفاعل ↔ معقد مادة التفاعل مع الأنزيم ← الأنزيم + الناتج



الشكل (25): شكل تخطيطي يوضح عمل الإنزيم

ويتم تكوين معقد الإنزيم مع مادة التفاعل كما يلي:



الشكل رقم (26): يوضح فرضية القفل والمفتاح

المحلول المنظم Buffer solution

تستخدم المحاليل المنظمة Buffer لتحضير الأوساط الحاضنة للكشف عن الإنزيمات (الطيب، والجرار 2005: 177)

يتكون محلول المنظم من حمض ضعف وأساسه المرافق قاعدة أو قاعدة ضعيفة وحمض مرافق له.(Biochemical, web)

حيث يوجد صفه مميزة لمحلول المنظم وهي أن له القدرة على مقاومة التغير في الرقم الهيدروجيني عند إضافة كمية صغيرة من حمض أو قاعدة.

شروط المحلول المنظم Requirements for buffer solution

1. يجب أن يكون خليط من حمض ضعيف والملح أو قاعدة ضعيفة والملح.
2. يجب أن يحتوي على تركيز كبير نسبيا من حامض لتفاعل معه وإضافة قاعدة (OH^-) وكذلك يجب أن يحتوي على تركيز مماثل من القاعدة لتفاعل معه بإضافة حمض (H^+).
3. مكونات الحمض والقاعدة من buffer يجب أن لا تستهلك بعضهم البعض في تفاعل التعادل. (Buffer solution 2, web)

أنواع المحلول المنظم Types Buffer

1. المحلول المنظم الحمضي Acidic Buffer <7

Weak acid + its sodium or potassium salt

Ethanic acid sadium ethanoate

2. المحلول المنظم القاعدي Alkaline Buffer > 7

Weak base + its chloride

Ammonia ammonium chloride

(Buffer solution, web)

الجدول رقم (7): بعض المحاليل المنظمة المستخدمة في مختبرات كيمياء الأنسجة. (الطيب، والجرار 2005: 177)

المحلول المنظم Buffer	الرقم الهيدروجيني PH
منظم الفوسفات Phosphate buffer	8 -5.6
منظم الفوسفات – حمض السترات Citric acid- Phosphate buffer	7.8 – 3.6
منظم ترس – حمض الهيدروكلوريك Tris-HCl buffer	9.2 -6.8
منظم ترس – الماليت Tris- Maleate buffer	8.6 -5.2
منظم الخلات Acetate buffer	6.5-3
منظم الكاكوديليت Cacodylate buffer	7-4.5
منظم السترات- حمض الهيدروكلوريك Citric acid-HCl buffer	4.8-2.2
منظم الفيرونال – حمض الهيدروكلوريك Veronal HCl buffer	9.2-6.8

حيث يعتبر منظم الفوسفاتPhosphate buffer الأكثر شيوعا، والفوسفات قابل الذوبان في الماء بدرجة كبيرة. ويمكن تحضير منظم الفوسفات Phosphate buffer كما يلي: يحضر مزيج من محلول 0.1 جزيئي فوسفات الصوديوم أحادي الهيدروجين (Na_2HPO_4) ومحلول 0.1 جزيئي فوسفات البوتاسيوم ثنائي الهيدروجين (KH_2PO_4) تبعا للنسب التي يوضحها الجدول رقم (8) (الطيب، و جرار 2005: 178):

الجدول رقم (8): منظم الفوسفات

الرقم الهيدروجيني	0.1 جزيئي فوسفات الصوديوم أحادي الهيدروجين (سم^3)	0.1 جزيئي فوسفات البوتاسيوم ثنائي الهيروجين (سم^3)
5.6	5.5	94.5
5.8	8	92
6.0	12	88
6.2	18	82
6.4	28	72
6.6	38	62
6.8	50	50
7.0	62	38

<table>
<tr><td>28</td><td>72</td><td>7.2</td></tr>
<tr><td>18</td><td>82</td><td>7.4</td></tr>
<tr><td>12</td><td>88</td><td>7.6</td></tr>
<tr><td>8</td><td>92</td><td>7.8</td></tr>
<tr><td>5.5</td><td>94.5</td><td>8.0</td></tr>
</table>

استخدامات الأنزيمات في تنظيف اللوحات الجدارية The uses of enzymes to clean the wall paintings

ومن الأمثلة على استخدام الأنزيمات في تنظيف الرسومات الجدارية ما يلي:

المثال الأول:

إزالة الكازين على اللوحات الجدارية من Martin schongauer في Munster Breisach

هي لوحات جدارية ضخمة تم تخزينها من 1489- 1490 ويمكن وصف اللوحة على النحو التالي:

جدار من الحجر الطبيعي هو عبارة عن طبقة رقيقة من الجص، والجير الذي يحتوي على أكسيد الحديد والبروتينات، والتي أظهرتها الوثائق الموجودة، وتم الكشف عن الأصباغ الموجودة وحيث حددت معدن اللازورد اللون الأزرق، المرمر، الرصاص الأحمر، أكسيد الحديد، وأكسيد الرصاص الأصفر، والرصاص والقصدير.

وتراكمت الأوساخ على هذه اللوحة بشكل كبير، لذلك قرر إعادة ترميم هذه اللوحات وشامل الحفظ وإزالة أثار الترميم السابق، ومن عمليات التنظيف استخدم بعض الأنزيمات وتم تطبيقها كما يلي:

1. تم تحديد مساحة 30×30 سم على المكان المراد تنظيفه.
2. تم وضع كمادة من الورق الياباني مع محلول الأنزيم على الجزء المراد تنظيفه.
3. يتم تسخين هذه المواد بواسطة حمام مائي قبل التطبيق.

4. في الجزء السفلي من الكمادة وضع طوق من القطن والصوف لمنع تسرب المحلول إلى الأسفل.

5. تم وضع الكمادة ساعة وبعد ذلك تم إزالتها.

6. تم إزالة الإتساخات بمسحة القطن المبللة في الماء الدافئ.

7. بعد التجفيف الكامل للجدار وطبقة الطلاء يجب إزالة أي مخلفات من الأنزيم المتبقي بواسطة Siedegrenzbenzin.

وتم استخدام في هذه التجربة الأنزيم Enzymeringiger N:

1 غرام Enzymeringiger N

1 لتر ماء منزوع الايونات (متعادل الشحنه).

حيث أدى تطبيق محلول الأنزيم على ملاحظات مختلفة:

- كانت توجد طبقات من الإتساخات سميكة جدا قبل العلاج بالأنزيم، ولكن هذه الاتساخات أصبحت بعد استخدام الأنزيم لينة جدا، وأما في الحالات المستعصية لم يكن سوى تلين وتخفيف هذا الاتساخ فقد كان واضحا، ومع ذلك في أماكن أخرى أزيلت الإتساخات مع مسحة القطن المبللة في الماء.
- وفقا للسيدة Porst كانت هناك مناطق مختلفة داخل اللوحة تراوحت القابلة لذوبان بشكل طفيف لير القابلة لذوبان على الرغم من استخدام الأنزيم، فعملت على زيادة نشاط الأنزيم عن طريق التسخين القوي من نقطة العينة المجهزة وكان ذلك لم تؤدي إلى نجاحا واضحا. (Pfund 2001: 199)

المثال الثاني:

ترميم اللوحات الجدارية في كنيسة Vendel

الكنيسة توجد في شمال ابلاند في السويد، توجد فيها لوحات جدارية تعتبرهذه اللوحات هي واحدة من أكثر اللوحات اهتماما وإثارة في المنطقة، وشكل الكنيسة في الوقت الحالي نتيجة الترميم الذي قام به Erik Fant وحيث صممت بوابة جديدة وتم تغير نظام التدفئة وتم الحفاظ على كل العناصر القديمة .

كانت المشكلة في اللوحات الجدارية سقوط طبقات الالوان والتي بدأت في المذبح عام 1979 ولكن المجلس التراث الوطني في السويد لم يجد حل لهذه المشكلة.

في عام 2001 بدأت Svahn Garreau ترميم اللوحات في السويد بين 1880- 1960 واختارت اللوحات الجدارية في كنيسة VENDEL كدراسة الحالة.

وفي نفس الوقت الذي رممت به الكنيسة تم اكتشاف طريقة المانية استخدمت بها الأنزيمات لإزالة الكازين من اللوحات الجدارية من خلال الدكتور Beutel، وفي عام 2003 دعا الدكتور بوتل الى محاولة استخدام الأسلوب، ولكن النتائج لم تكن مرضية وكان التحدي هو خلق أسلوب يقلل من الكازين وتساقط الألوان في نفس اللحظة، حيث توقف العمل حتى عام 2006م لمزيد من التمويل.

وتم الاختبار على المناطق المختارة من اللوحة وخصوصا على اللون الأزرق والأصباغ الخضراء في المرحلة الأولى في عام 2005 أدلت الاختبارات إلى:

1. إعادة ربط الرقائق ب(Remmers and Silane ,alcoxysilanes
and nanolime ,Klucel/Silane, Primal

2. الحد من الكازين مع Alacalsenzymes، الأمونيوم كربونات، ماء نقي، محلول المنظم كربونات carbonate buffer

وأدت المزيد التجارب عام 2006 باستخدام طرق الباريوم الإيطالية وgomma pane. وبعد المناقشات مع البروفيسور Baglioni .

انعكس المنهجية في نظام رطب في ما يلي:

1. تقليل الكازين مع ME*
2. إعادة الرقائق Flakes مع nonolime

حيث وضعت قائمة من القوانين تأخذ بعين الاعتبار عند اختيار النظام ويجب أن تكون كما يلي:

- فعالة.
- غير مؤذية للجسم، غير ضارة بالبيئة والحيوانات.
- العمل على السقالات وعلى مساحات واسعة.
- متوافقة مع مواد الألوان.
- اختبار علميا مع المراجع (نتائج جيدة).
- غير مكلفة.

- نتمكن من عملية السيطرة عليها.

- ثابتة ولا تعمل على تغيير في اللون، واللمعان.

حيث توصلنا إلى عمل احد عشر اختبارا وكانت النتائج كما يلي:

الاختبار(1): .Nanolime and ammonium carbonate (4%, pH 9.1)

الاختبار (2): Nanolime والأنزيم (المرتبطة على الأغشية في carbonate buffer (PH 9) أو الأنزيمات الحرة في buffer (PH 7.5).

الاختبار (3): ME ونظام nonolime (رطب في رطب) وتتكون من ثماني خطوات:

1. مرحلة ما قبل الرطب على السطح (لتليين الرقائق الهشة).
2. تعلق ورق الياباني على السطح الرطب.
3. تطبيق ME في كمادة وتترك لمدة 1-5 ساعات (الحفاظ على الكمادة رطبة مع مساعدة فليم الباستيك).
4. إزالة كمادة لب الورق مع ME وترك الورق الياباني على السطح (لا يزال رطب)
5. شطف السطح مع كمادة من الماء النقي 1-5 ساعات (لإبقائها رطبة مع فليم البلاستيك).
6. إزالة الكمادة وورق الياباني (السطح لا يزال رطب).
7. تطبيق nonolime حتى يتشبع اللوحة.
8. وترطب على السطح مرة أو مرتين مع الماء أثناء بضع ساعات وتترك لتجف ببطء.

الاختبار (4): silester / Klucel و Alacalse enzymes (من الضروري الانتظار لعدة أسابيع مع تخفيض)

الاختبار (5): silester/Klucel وكربونات الأمونيوم (من الضروري الانتظار لعدة أسابيع مع تخفيض)

الاختبار (6): silester وكربونات الأمونيوم. (من الضروري الانتظار لعدة أسابيع).

الاختبار (7): silester و Alacalse enzymes (من الضروري الانتظار لعدة أسابيع مع تخفيض).

الاختبار (8): primal وكربونات الأمونيوم.

الاختبار (9): B72, gomma pane

B72: تستخدم في التقوية.

gomma pane: إزالة الأوساخ على السطح والرقائق، لذلك هذا الأسلوب مدمر.

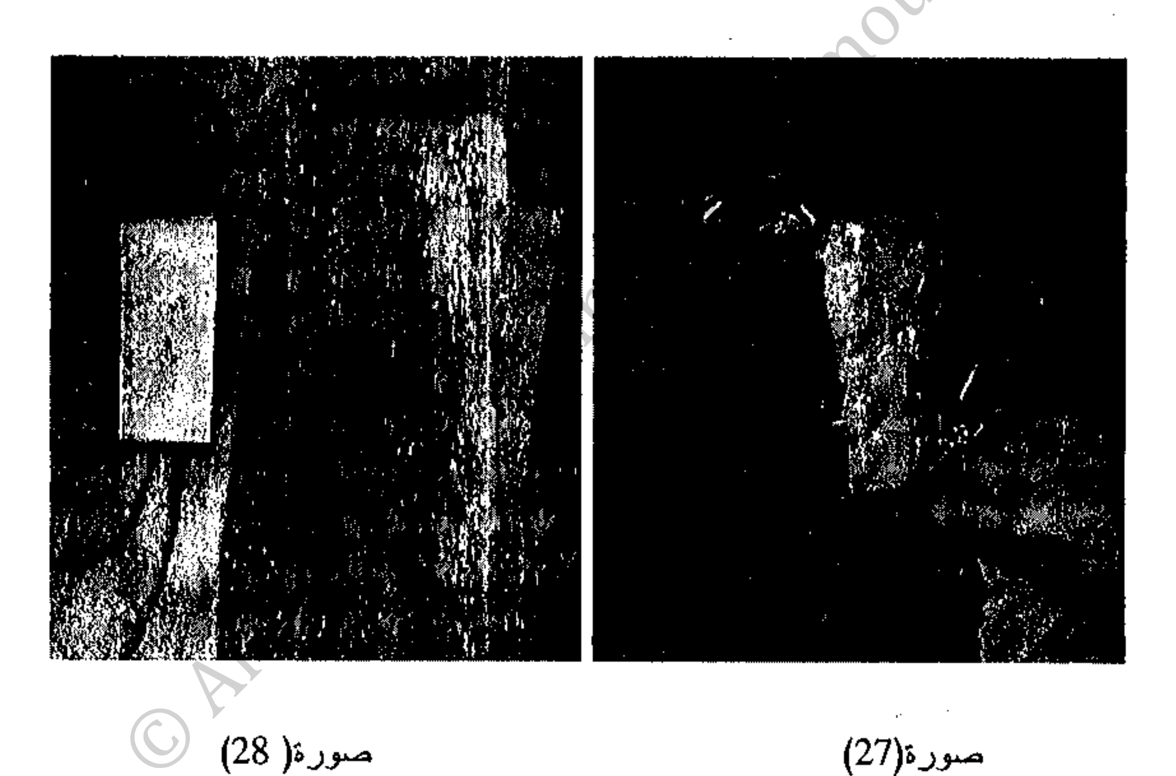
الاختبار (10): B72 وكربونات الأمونيوم.

الاختبار (11): الأسلوب الإيطالي الباريوم.

جرى اختبارات مع الأساليب التي أعدت فقط رقائق التاركة (المغادرة) الكازين في اللوحة.

وهذه الطريقة: طريقة الجير الدنماركي (مع Rollovit)، primal، B72، علاوة على ذلك عدد قليل من الطرق من الاختبار لمعرفة ما إذا كان خفض بشكل فعال الكازين (وليس إعادة ربط لرقائق) وكانت هذه : الماء النقي، carbonate buffer، والإيثانول. انظر إلى الأشكال التالية لتوضيح هذه الاختبارات.

وقد تم تصميم محلول ME كتبها Baglioni لإزالة أنواع مختلفة من المواد العضوية من اللوحات الجدارية في ايطاليا والمكسيك. تم اختبار العديد من الطرق واحدة فقط موضحه هنا (على سبيل المثال: نظام مستحلب النفط (oil in water) اسمه Sistema 3 كان يتألف من الماء النقي (%92.6)، a surfactant Triton X-100 (4.9 %),، p-xylen (0.40 ،%). ammonium carbonate (2.1 %). (Svahn Garreau 2007: 30-37)



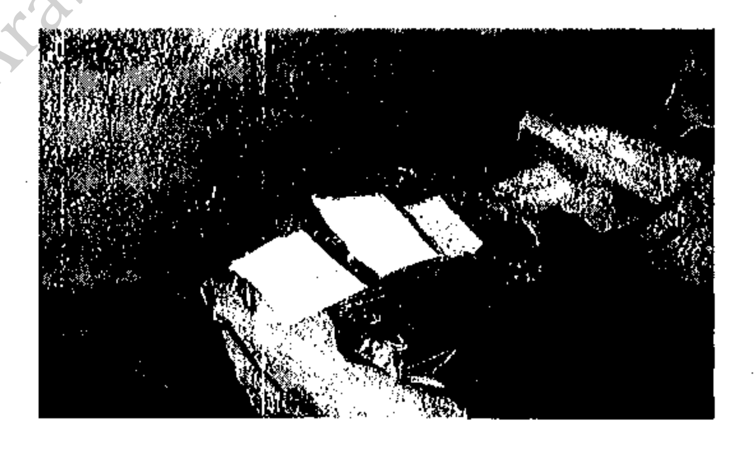
صورة(27) صورة(28)



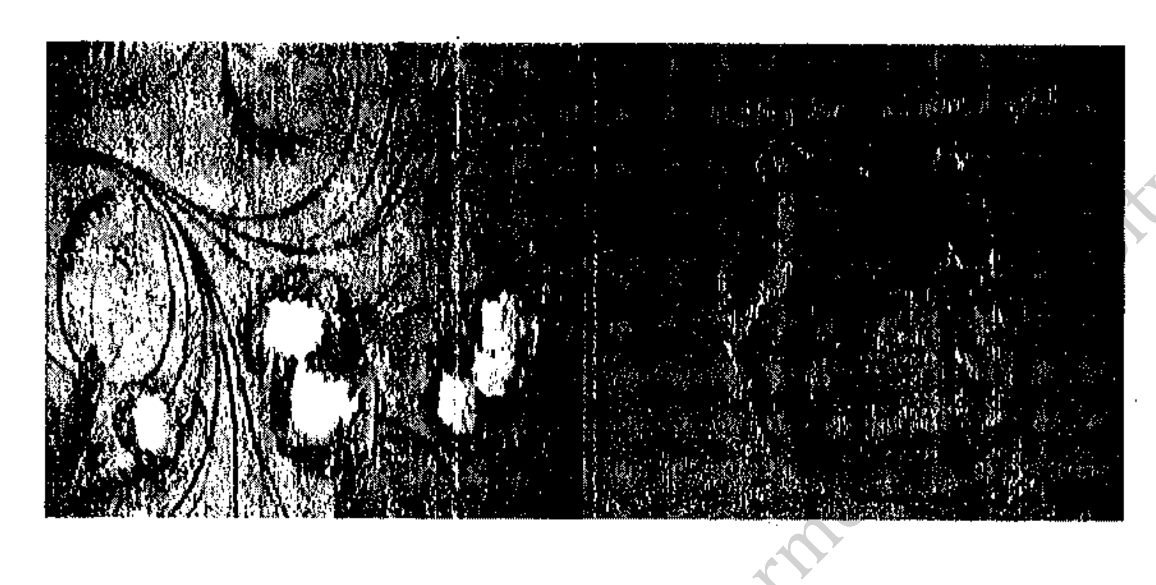
صورة(29) صورة(30)

أرقام 27، 28، 29 . تنظيف باستخدام الانزيمات (Photographs Hélène Svahn Garreau and Ragnhild Cleasson)

الرقم 30 . الاختبارات مع الانزيمات ، وكربونات الأمونيوم و nanolime .(Photographs Hélène Svahn Garreau.)



الشكل (31)



الشكل (33)　　　　　　الشكل(32)



الشكل(35)　　　　　　الشكل(34)

الشكل31. الاختبارات مع الأنزيمات، وكربونات الأمونيوم وnanolime(Photographs Hélène Svahn Garreau)

الأشكال 34 و 35. الاختبارات مع microemulsions وnanolime (Photographs Lena Östlund).

الشكل 33 الاختبارات مع microemulsions وnanolime. (Photographs Lena

Ostlund).

ثانيا: الاستكمال Completion

تعتبر اللوحات الجدارية جزء لا يتجزأ من البناء، وبالتالي الهدف منها هو تحسين وضوح شكل ومضمون هذه الرسومات مع احترام تاريخها، ويجب أن تكون جميع الإضافات على اللوحة قابلة للإزالة بسهولة. (ICOMOS 2003: 2)

في بعض الأحيان يتطلب الأمر صيانة الرسومات التي تزين الجدران، حيث يتطلب ذلك معرفة المواد المكونة لهذه الرسومات، ويوجد صعوبات أثناء عمليات الترميم ومن هذه الصعوبات استكمال الأجزاء الناقصة في البناء التاريخي أو البناء الأثري خاصة فيما يتعلق بالنقوش والزخارف. (شعث 308-309)

ويمكن تعريف الاستكمال Completion هو احد الوسائل الهامة لإطالة عمر الأثر، وإعطاء الأثر قوة الإحياء التاريخي، والقضاء على نقاط ضعف الأثر (عبدالله 2012: 128)، من جهة الصيانة فإن الاستكمال Completion ضروري ويجب أن يتم في أضيق الحدود كلما زاد عمر الأثر، ويختلف الاستكمال حسب المدرسة التي يتبعها كل مرمم. (إبراهيم2011: 58)

وتستكمل الأجزاء الناقصة باستخدام نفس مادة المراد استكمالها أو ما يشابهها من حيث مكوناتها المعدنية وخواصها الطبيعية، حيث أن الاستكمال يقوم على أسس وقواعد من خلال المؤتمرات العلمية والمواثيق الدولية:

1. لا يجوز الاستكمال دون وجود نقاط إرشادية من خلال سند علمي أو تاريخي.
2. عندما يبدأ التخمين يجب التوقف عن الترميم.

3. دمج الأجزاء المستكملة بحيث تتوافق مع الأثر نفسه ولكن في نفس الوقت يجب أن تكون مميزة عن الأثر Distinguish .

4. اعتبار كل أو معظم الأسس والقواعد التي يجب إتباعها في مجال الترميم بصفة عامة أساسا يعتمد بها عند القيام باستكمال الأجزاء الناقصة من الأحجار الأثرية . (عبدالله 2012: 130)

ويختلف الاستكمال حسب مدارس الترميم التي يتم إتباعها ومنها:

__الأسلوب المصري Egyptian style__

ويعتمد هذا الأسلوب في استكمال الأجزاء الناقصة في الرسومات الجدارية على استخدام مونة ضعيفة، وفي اغلب الأحيان تكون من رمل وجير ويكون لون افتح من مستوى الأرضية ويكون سطحه اقل من مستوى سطح النقش المجاور بحاولي 2-3مم.

__الأسلوب الإيطالي Italian style__

استخدام هذا الأسلوب في مقبرة نفرتاري بواسطة بعثة معهد بولي جيني الإيطالية، وفي هذا الأسلوب تكون الأجزاء المفقودة بمستوى سطح الجدار مع استخدام نفس لون الأرضية مع التهشير بخطوط سوداء وذلك دلالة على وجود ترميم.

__الأسلوب الإنجليزي English style__

وتستكمل الأجزاء الناقصة بمونة أفتح مع تحديد الخطوط الخارجية للأشكال لتعطي فكرة للمشاهد عن بقية الأثر ويفضل إزالة المونة القديمة التالفة لأنها يمكن أن تكون بؤرة للتلف بعد ذلك للمونة الجديدة. (إبراهيم 2011: 60)

Fill in the gaps and cracks of the wall painting

كل الآثار الثابتة وخاصة ذات الكسوة الملونة قد فقدت أجزاء من نقوشها الجدارية، ويمكن أن تكون تعرضت لعوامل زمنية أحدثت بها الكثير من الشروخ والشقوق، مما اذهب بالكثير من جمال هذه الجدران والسقوف المنقوشة. (عبد القادر 1979: 158)

والغرض من ملء هذه الفجوات والشقوق الحصول على سطح ناعم بدون شروخ أو فتحات للمحافظة على القيمة الجمالية للرسومات الجدارية.(عبدالله 2012: 131)

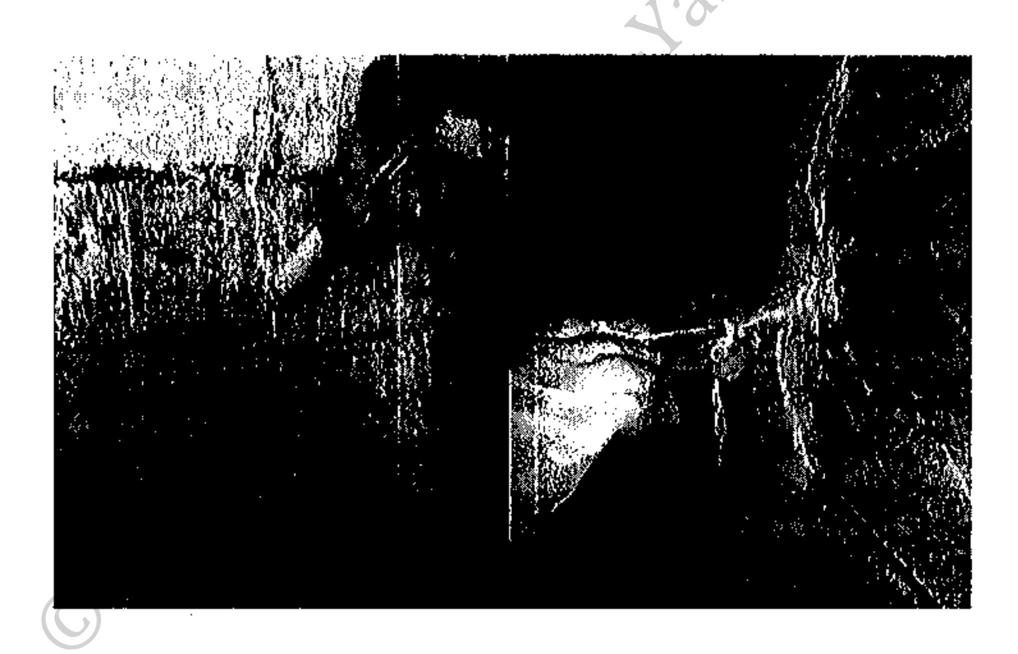
حيث تعتبر هذه الفجوات والشقوق عبارة عن نقص في الصورة، يجب أن تكون علاج هذه الفجوات أن لا تغير من جوهرة الرسم الجداري، وحيث يجب أن يتم التعامل مع هذه الفجوات والشقوق إلى قراءة تاريخية دقيقة فلا يجب أن تخضع العملية للذوق الشخصي. (بازيلي 2009: 180-189)

وتتكون هذه الفجوات نتيجة استعمال هذه المباني كمساكن في وقت من الأوقات، أو نتيجة سقوط قشرة من الحجر عليها بعض الرسومات مع بقاء ما حولها من بقية الرسومات حيث تكون حوافها منفصلة فيجب أن تثبت هذه الحواف باستخدام طريقة الحقن من الخلف بمستحلب خلات الفنيل 6:1 ثم تحقن بنفس المستحلب 1:1 وتضغط عليه، وبعد ذلك تملا الفجوات على فترات (طبقة بعد جفاف طبقة) من الرمل وبودرة الحجر مع الكاولين ويجب أن يكون سطحها اقل من سطح الأثر. (عبد القادر 1979: 158) حيث تتوافق هذه العجينة مع الخصائص

الفيزيائية للحجر وحيث تستخدم الراتنجات الصناعية كمادة رابطه مثل مستحلبات الاكريليك والسيليكونات. (عبدالله 2012: 131)

وتختلف الشقوق حسب عرضها منها عريضة ومنها رفيعة، وتكون هذه التشققات في الجدران إما عمودية أو مائلة. (Mansor et al ,2012: 128)

ويمكن علاجها إذا كانت عريضة من خلال حشوة الكتان مع استخدام مونه الجير والرمل بنسبة 3:1، وإذا كانت رفيعة من خلال الحقن بنفس المادة كما في الأشكال التالية ويتضح من خلالها اثار الترميم الخاطئ السابق . (عبد القادر 1979: 159)



صورة رقم (36): توضح كيفية علاج الشقوق الرفيعة والعريضة

ثالثا: التقوية Consolidation

بسبب تأثير عوامل التلف المختلفة على مظهر ومتانة الرسومات الجدارية يجب أن تتم عملية التقوية بعد .عمليات التنظيف وأحيانا تسبق عمليات التنظيف وذلك حسب حالة الرسومات الجدارية.(عبدالله 2012: 123)

حيث تستخدم عمليات لتقوية لإرجاع طبقة الأرضية وربط مكوناتها بالسطح إذا كانت في صورة قشور منفصلة، وتثبيت الألوان وتقوية أرضية النقوش. (فؤاد 2003: 132)

حيث بين Mora إلى أهم المحاليل العضوية وغير العضوية التي شاع استخدامها في تقوي الرسومات الجدارية في كنائس ايطاليا، واهم هذه المحاليل التي استخدمت:

1. محاليل الكازين المذاب في الكحول النقي.
2. بياض البيض.
3. الجملكا البيضاء المذابة في الكحول النقي.
4. الزيوت (زيت بذر الكتان، وزيت جوز الهند).
5. شمع العسل أو البرافين مذاب في الكحول.
6. الغراء الحيواني مذاب في الماء.

واستخدم الفنانون القدامى بعض المحاليل لتقوية، أدت مع مرور الزمن إلى إعتام الألوان وبهتانها، ويرجع ذلك إلى التفاعلات الكيميائية التي تحدث مثل استخدام زلال البيض وزيت الكتان أو محلول من الكحول المخفف مع صمغ الدمار أو المستكة، وفي السنوات الأخيرة

أصبح بعضهم يفضلون استخدام محلول مخفف من خلات الفينيل المبلمرة المذابة في الأسيتون والكحول النقي. (شاهين 1993: 100-102)

ولكن فضل المرممين استخدام المحاليل غير العضوية وذلك لأنها أسهل ذوبان وأكثر ثباتا ومقاومة للظروف الجوية وعوامل التلف على عكس المحاليل العضوية. (عبد الهادي 1996: 46-47)

وقد نصت المادة (10) من قوانين والمواثيق الخاصة بحماية التراث إلى: عندما تثبت أن الأساليب التقليدية غير الملائمة فإن تقوية مبنى ما يمكن تحقيقه باستخدام أي أسلوب حديث للصيانة والبناء وظهرت فعاليته بالأدلة العلمية وأثبتتها التجربة. (عطية، وكفافي 2003: 67) وعند اختيار أي مادة مقوي يجب معرفة حالة الرسم الجداري، ونوعية التلف الظاهر على سطحه سواء في طبقة الألوان Paint layer أو طبقة الشيد plaster أو الحامل support. (إبراهيم 2011: 63)

حيث يجب أن تتوفر في المادة المقوية الشروط التالية:

1. أن تميز مادة التقوية بعد الجفاف بالشفافية والتماسك مع التمتع بقدر من المرونه.
2. غير حساسة للضوء والأكسدة.
3. ألا تتحد كيميائيا مع الأثر بحيث يصبح جزء منه.
4. قابلة للذوبان في مذيب عضوي.
5. آلا تسبب تغير لوني لسطح أو طبقات الألوان. (عبدالله 2012: 124)

وبعد اختيار مادة المقوي المناسبة ومعرفة شروطها يجب مراعاة ما يلي:

1. حالة الرسم الجداري والخواص الطبيعية لمكرناتها خاصة النفاذية والمسامية.

2. تكنيك وطرق التقوية المستخدمة.

3. الظروف الجوية التي ستوجد فيها الرسومات الجدارية. (إبراهيم 2011: 63)

وقد قسمت المقويات طبقا لتركيبها إلى مقويات عضوية ومقويات غير عضوية:

- المقويات العضوية Organic consolidation:

مثل بياض البيض egg white، والشيلاك shellack ، الكازين casin، الاصماغ الطبيعية natural gums، الغراء الحيواني animal glue ، وأصبحت هذه المقويات من المواد النادر استخدامها وخاصة بعد اكتشاف المقويات الحديثة. (فؤاد 2003: 133)

- المقويات غيرالعضوية Inorganic consolidation:

تم التفكير في استخدامها للتشابه بين مكوناتها ومكونات حوامل أرضيات التصوير من حيث التركيب (فؤاد 2003: 133)، وتتكون أساسا من المركبات المعدنية التي لها القدرة عل التصلب نتيجة عمليات التميؤ Hydrationعند خلطها بالماء مكونه هيدريد الملح ، حيث تتميز هذه المقويات بمقاومتها الجيدة للحرارة. (عوض 2002: 184)

ومن المتعارف عليه من مواد التقوية:

1. بولي فينيل اسيتات Poly vinyl Acetate PVAC

2. البولي فينيل الكحول (Polyvinyl Alcohol (P.V.OH

3. البريمال Primal AC_{33}

4. البارالويد بـــ 72 Paraloid B72

الفصل الرابع

الفحوصات والتحاليل

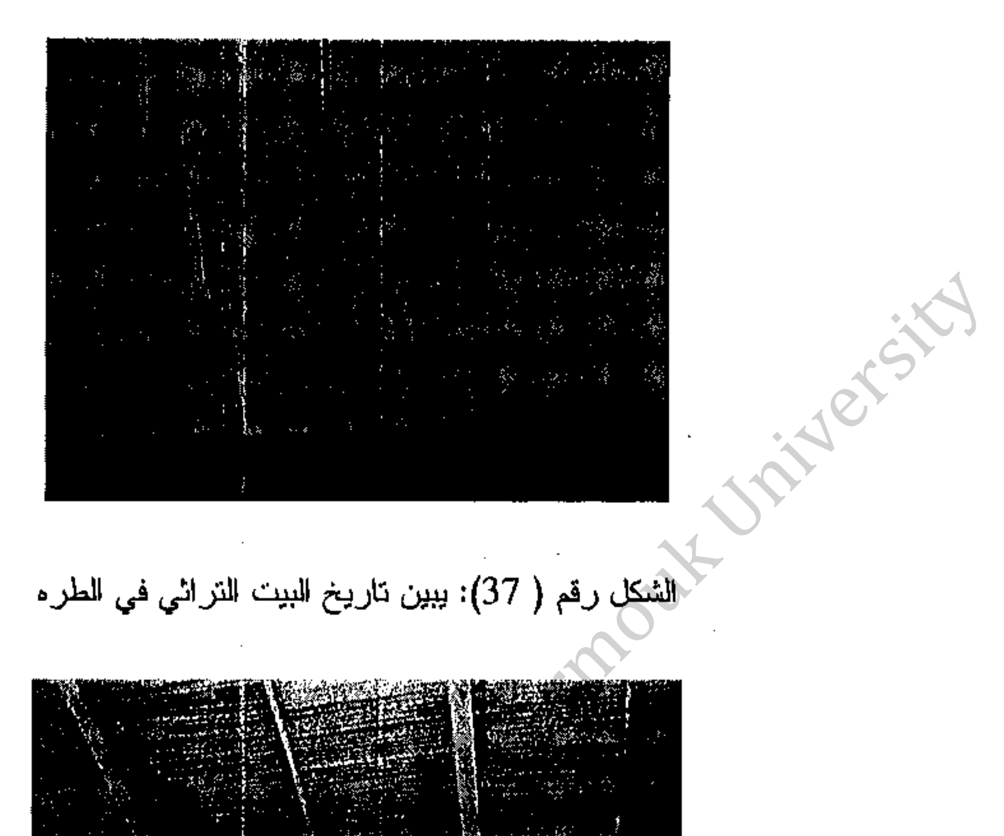
التوثيق ووصف الرسومات الجدارية في البيت الدرابسة – موضوع الدراسة–

التوثيق التاريخي

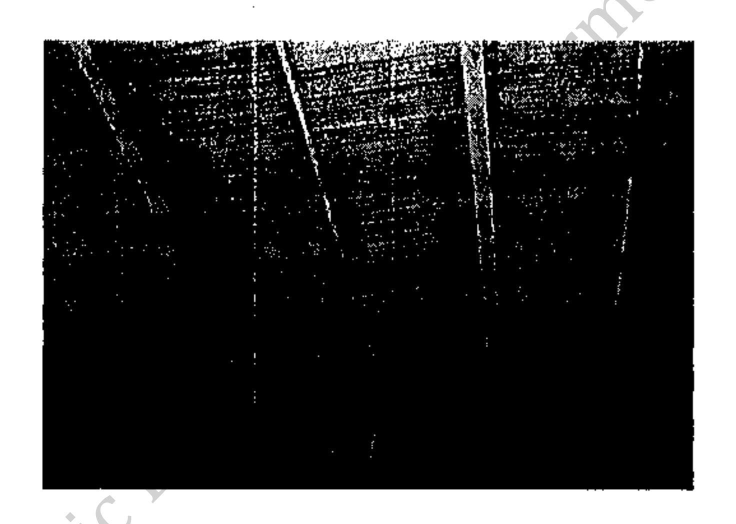
بيت الدرابسة التراثي عبارة عن بيت تراثي موجود في قرية الطرة إحدى قرى الرمثا، ويعتبر البيت التراثي الوحيد المتبقي في القرية الذي يحتوي على رسومات جدارية على جميع جدران البيت، ويعتبر شكل البناء الذي وجد في القرية منذ استيطانها حتى منتصف القرن العشرين.

ويعود هذا البيت – موضوع الدراسة – إلى سنة 1361هـــجري أي حوالي 1943 ميلادي ويوجد هذا التاريخ على أحد أحجار البيت من الخارج وبين ذلك الشكل (37)، والمالك هو السيد عمران الدرابسة والرسام بشير الرشيدات، وهو عبارة عن غرفة واحده طولها 4 م، وعرضها4 م، وتحتوي جميع جدرانها على رسومات جدارية، والسقف عبارة عن جسور حديدية، وتم وضع فوقها طبقة من القصب (القصيب) ومتراصة إلى جانب بعضها البعض كما توضحها الشكل (38) وذلك لمنع تساقط الطبقة التي تليها وهي طبقة الجريح (الحلف) لمنع وجود الكائنات الحية الضارة كالأفاعي ولمنع تساقط التبن الذي يكون على شكل طبقة سمكها لا يقل عن 10سم لمنع تسرب المياه إلى أسفل، فوقها طبقة من الطين لا تتعدى سمكها 30سم.

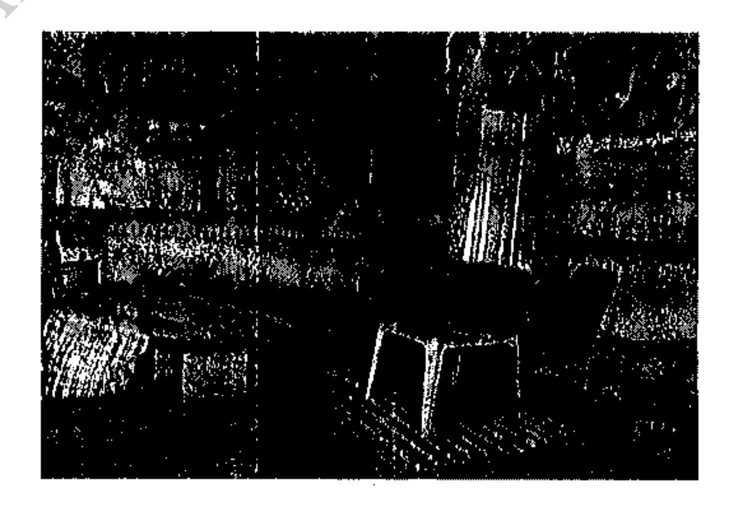
وكان البيت – موضوع الدراسة – يستخدم قديما كمضافة لعائلة الدرابسة، واستخدم بعد ذلك إلى مخزنا كما يوضح الشكل (39).



الشكل رقم (37): يبين تاريخ البيت التراثي في الطره



الشكل رقم (38): سقف البيت التراثي



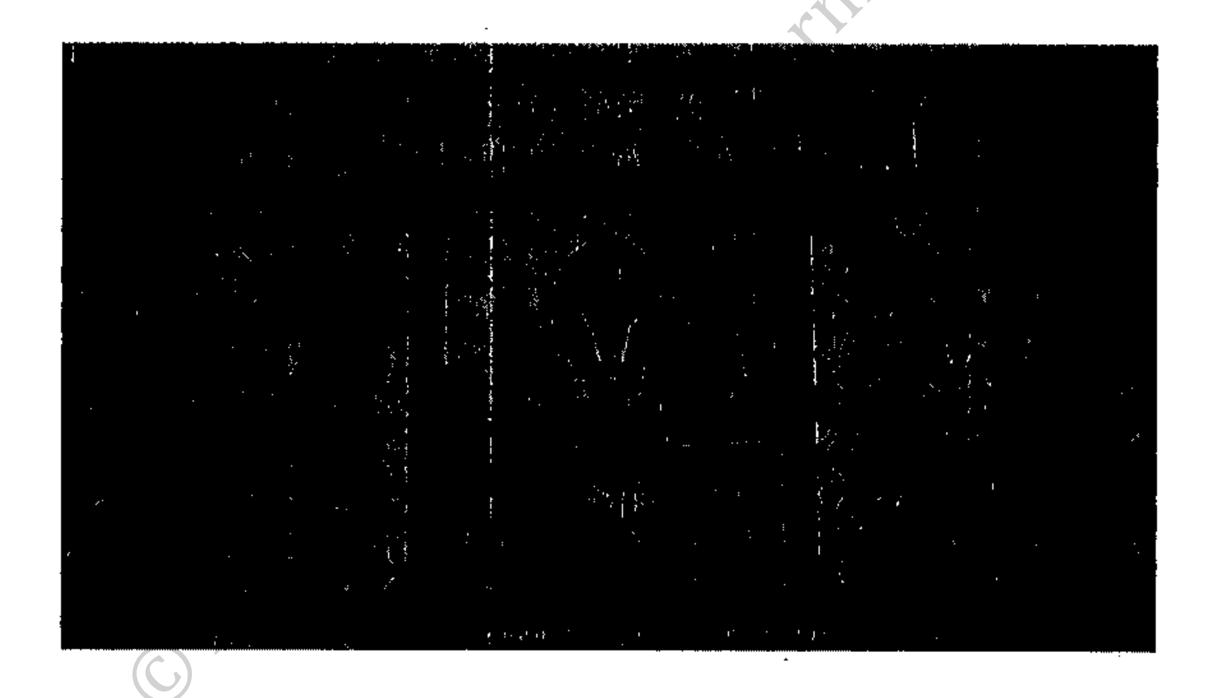
الشكل رقم(39): استخدام البيت مخزنا في الوقت الحالي

وصف الرسومات الموجودة:

يظهر البيت رسومات مختلفة على جميع جدرانه، وسوف نوضحها بالتفصيل كما يلي:

الجدار الشمالي:

يظهر في هذا الجدار صورة للأمير طلال بن عبدالله والمسجد الأقصى، وعلى بوابة المسجد يوجد جنديين يحملان السلاح، وهناك مجموعه مختلفة من الأشكال الهندسية، وبعض الأشجار، ويوجد أيضا بعض الأشكال كالطاووس والعصافير كما يوضحها الشكل رقم (40).

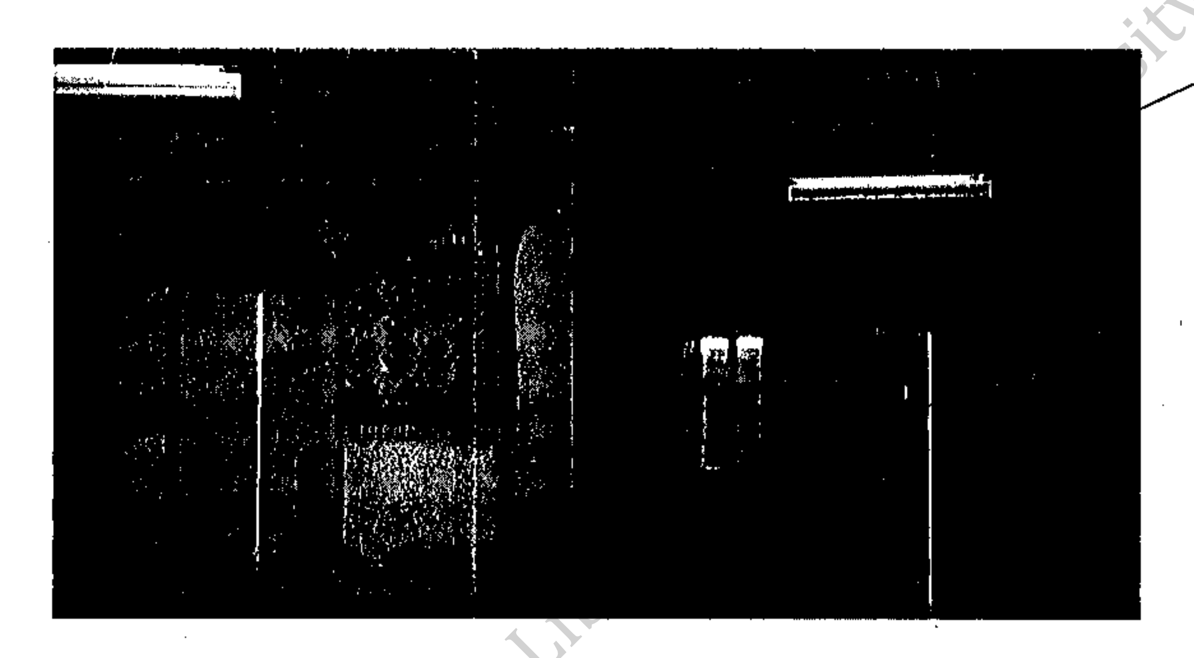


الشكل رقم(40): الجدار الشمالي للبيت التراثي

الجدار الجنوبي:

ويظهر هذا الجدار أشكال مختلفة منها نباتية كأشجار الزيتون التي كانت تشتهر في هذه القرية، وغالبية الجدار أشكال هندسية مختلفة ذو ألوان متنوعة مثل اللون النيلي واللون الرمادي واللون الأصفر واللون الخمري، ويوجد أيضا أنواع من الطيور مثل الطاووس

ويوجد نوع من أنواع الطيور البرية مثل الحجل البري، وفي زاوية الجدار من الناحية اليمنى رسم لمدرسة قديمة للبنيين الوحيدة في ذلك الوقت كما يوضح ذلك الأشكال التالية رقم (41) و (42).



الشكل رقم(41): المدرسة في الجدار الجنوبي   الشكل رقم (42): الجدار الجنوبي بالكامل

الجدار الشرقي:

يوجد شباكين في هذا الجدار، كما يظهر أشكال نباتية كأوراق التين وأشجار السرو وأشجار الزيتون، أما الأشكال الحيوانية فهي كالغزال والأفعى ويوجد أنواع من الطيور كالعصافير والحجل البري، كما رسم أشكال هندسية.

ومن الصور المميزة في هذا الجدار صورة للملك عبدالله الأول وفوق رأسه التاج الملكي وعلى جانبية يوجد علم الثورة العربية الكبرى وسلاحين، وأيضا صورة للمسجد الأقصى، ولكن الألوان في هذا الجزء ليست مطابقة للألوان في مثل هذا الوقت.

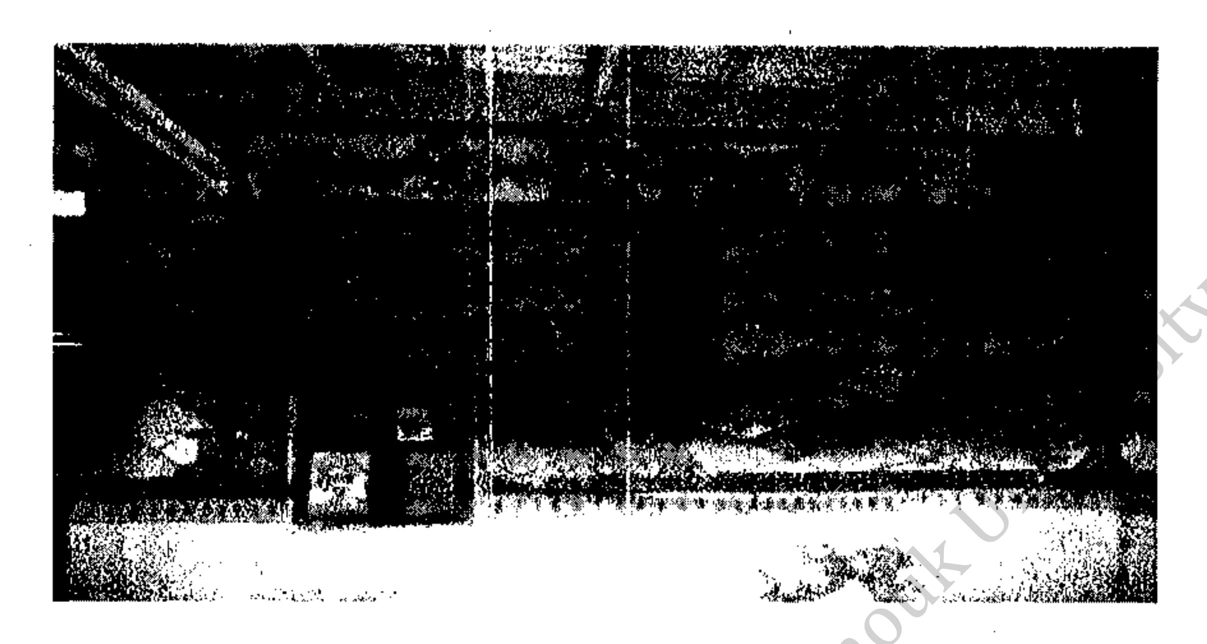
كما رسم بطيخه موضوعه على صينية وفي وسطها خنجر، وقد أوضح أحد السادة المعاصرين لهذا الحدث من رجال القرية لماذا رسمها الرسام انه كان يأكل البطيخ وعندما انتهى رسمها على الجدار، وقال لنا أي شي كان يراه الرسام كان يرسمه مثل المدرسة والأفعى والطيور وغيرها من الرسومات كما يوضحه الشكل رقم (43) .



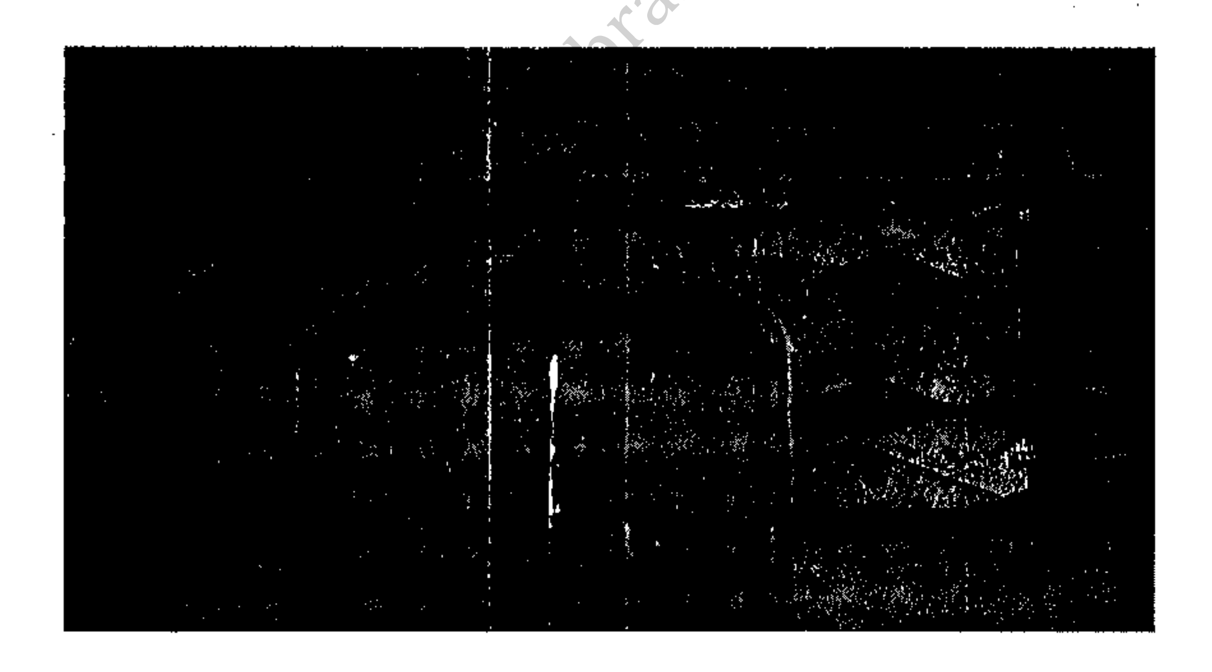
الشكل رقم (43) : يوضح الرسومات الموجودة في الجدار الشرقي

الجدار الغربي:

في منتصف هذا الجدار يوجد خزانة كان يوضع فيها مونه، رسم في هذا الجدار أوراق التين وأشجار الزيتون والسرو، ورسمت أيضا بعض أنواع الطيور مثل الحجل البري، ورسمت أشكال هندسية مختلفة مثل المعين والمربعات كما توضحها الأشكال التالية.



(أ)



(ب)

الشكل رقم(44): توضح الرسومات الموجودة في الجدار الغربي

<u>الفحوص والتحاليل التي أجريت على البيت – موضوع الدراسة –</u>

تؤكد المواثيق والمؤتمرات الدولية التي أجريت في مجال الترميم وصيانة الآثار والمقتنيات الفنية على أهمية وضرورة أعمال الفحص والتحليل العلمي السابقة لعمليات العلاج والترميم منها ميثاق أثينا 1936، وميثاق فينيسيا للترميم عام1964، وميثاق ايطاليا للترميم عام 1972.

أولا: الفحص المبدئي بالعين المجردة والتصوير الفوتوغرافي

تم فحص الرسومات الجدارية بالعين المجردة، حيث تبين لنا العديد من مظاهر التلف في هذه الرسومات والاتساخات المختلفة، وقد تم توثيق ذلك بالتصوير الفوتوغرافي كل جدار من جدران

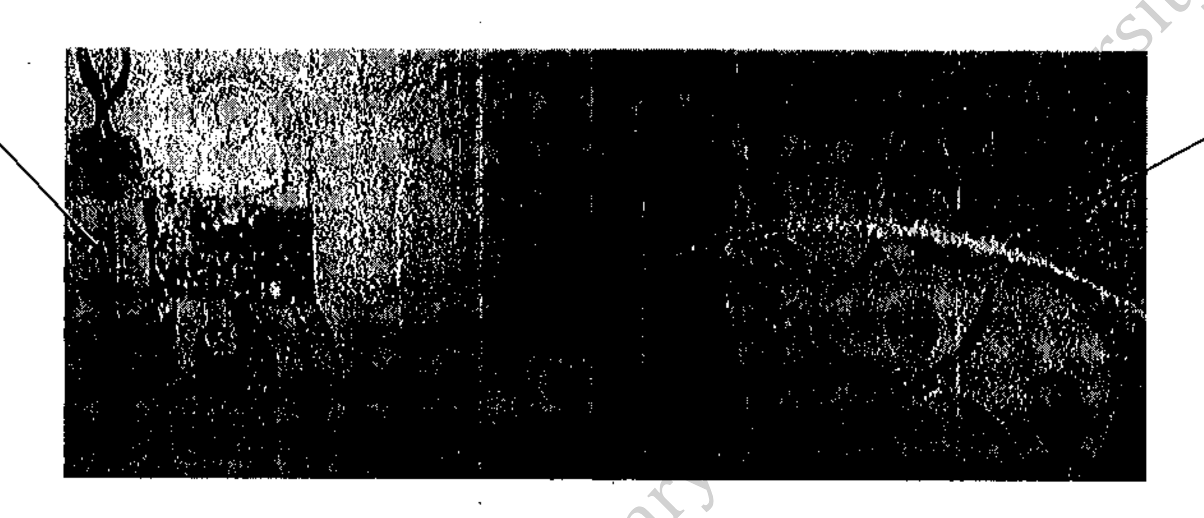
البيت – موضوع الدراسة – كما يلي:

الجدار الشمالي:

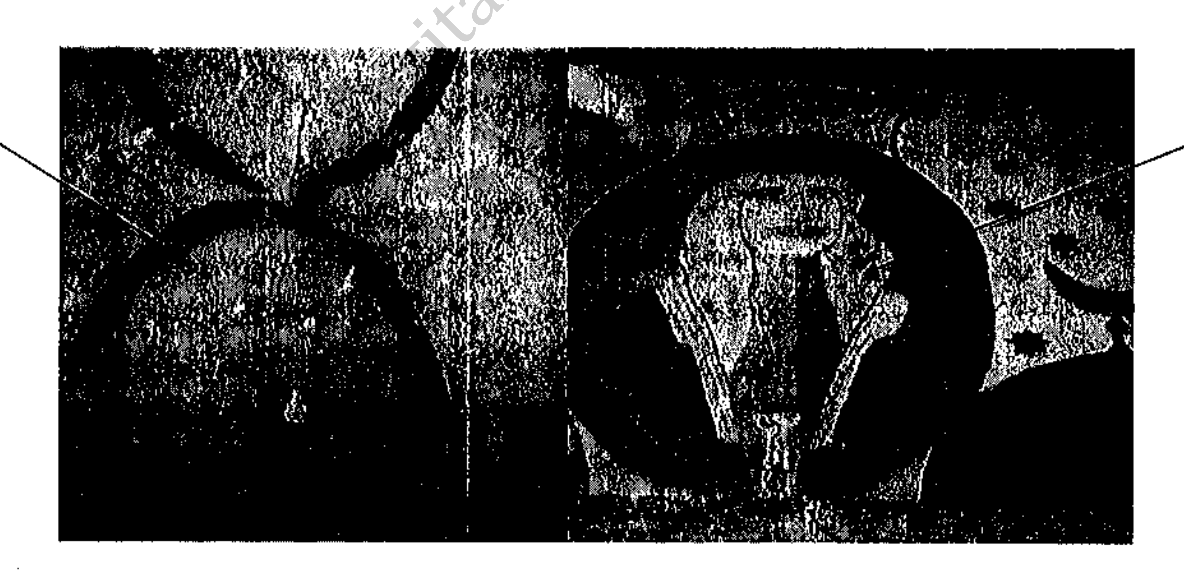
قد تبين أن الجدار الشمالي هو اقل الجدران تلفا واتساخا، من خلال الفحص المبدئي لاحظنا تراكم كميات كبيرة من الغبار على الجدار وفضلات الطيور كما توضحها الصورة (45)، وجود بعض الحفر على الرسومات كما في الشكل (46)، وتبين أيضا وجود تشققات مختلفة الأحجام والأطوال موزعه على الجدار كما في الصورة (47).

وقد تبين بهتان الألوان وإعتامها في مناطق مختلفة من الجدار كما يبينها الشكل (48)، وقد لاحظنا أيضا التلف البشري الموجودة على جميع الجدران ومنها تثبيت مسامير من الحديد

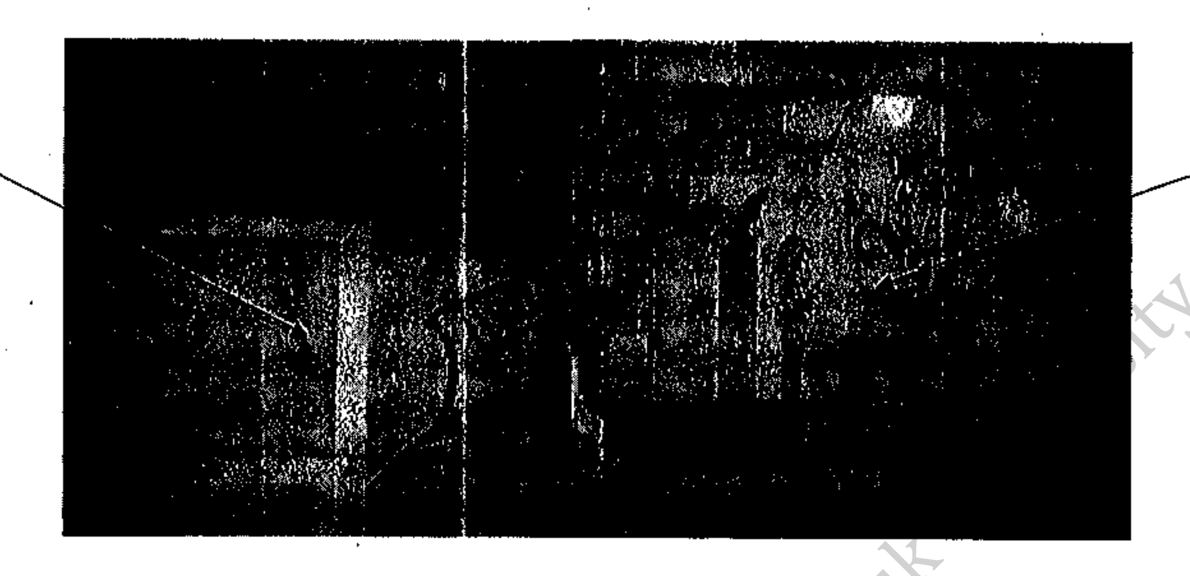
على الجداران، والحفر على الجدار كما في الشكل(49)، واستخدام الجبس والأسمنت في سد الثقوب الموجودة في الجدار كما يبينها الشكل(50).



الشكل رقم (45): فضلات الطيور على الجدار الشمالي الشكل رقم (46): الحفر على الجدار الشمالي



الشكل رقم(47): يبين التشققات على الجدار الشمالي الشكل رقم (48): يبين بهتان الألوان الجدار الشمالي



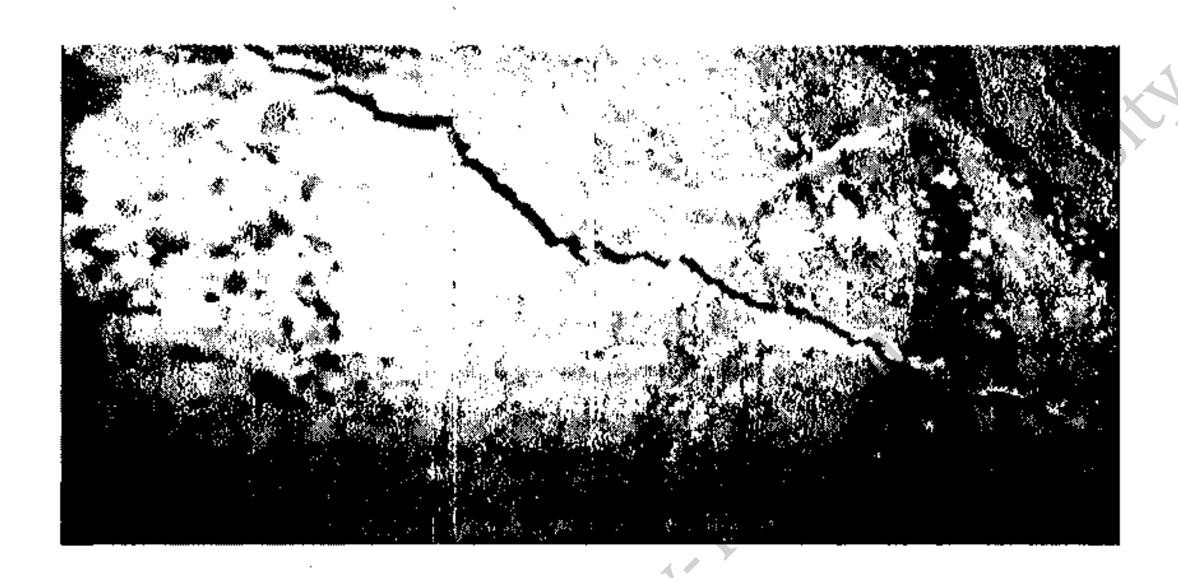
الشكل رقم (49): استخدام المسامير الحديدية   الشكل رقم (50): استخدام الاسمنت والجبس الجدار الشمالي

الجدار الجنوبي:

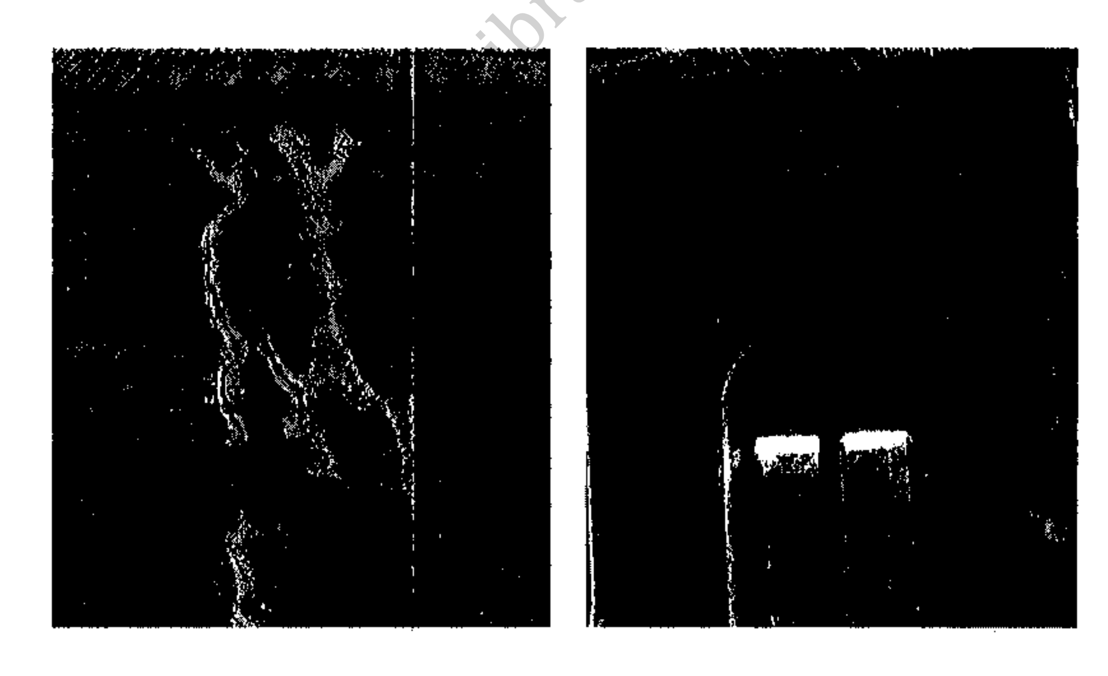
هذا الجدار اشد تلفا من الجدار الشمالي ولكنه يشترك معه في بعض المظاهر. تتجمع مياه الأمطار على سطح البيت – موضوع الدراسة– من جهة الجدار الجنوبي بسبب وجود مصرف المياه فوق الجدار مباشرة مما يؤدي إلى سيلان الماء إلى الداخل وتتعرض الرسومات الجدارية إلى تلف شديد حيث أدت الرطوبة العالية والأملاح إلى بروز طبقة الشيد إلى الخارج وانفصالها عن الرسومات وسقوطها كما يبينها الشكل (51)، وأيضا أدت إلى سيلان الألوان على بعضها كما يوضح الشكل (52). وكما تبين وجود تشققات عميقة جدا وبعض هذه التشققات أدت إلى انفصال الحجر إلى الأمام كما يوضحها الشكل (53).

ويوجد أيضا تلف بشري في هذا الجدار وهو طلاء لون أخضر فوق الرسومات الجدارية واختفائها وتثبيت عليها قطعة من الخشب بواسطة مسامير حديدية كما في الشكل (54)،

وأيضا وجود الأسلاك الكهربائية وتم تثبيتها بواسطة مسامير مما أدى إلى تشوه منظر الرسومات الجدارية كما في الشكل (56).

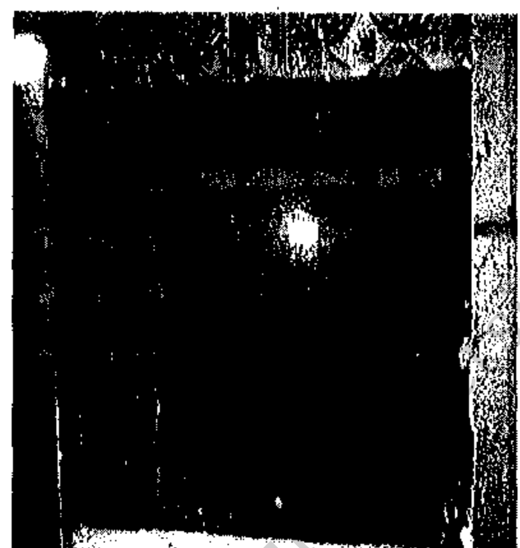


الشكل رقم (51): انفصال طبقة الشيد عن الجدار بسبب الأملاح الموجودة



الشكل رقم (52): سيلان الألوان الجدار الجنوبي

الشكل رقم (53): التشققات العميقة الجدار الجنوبي



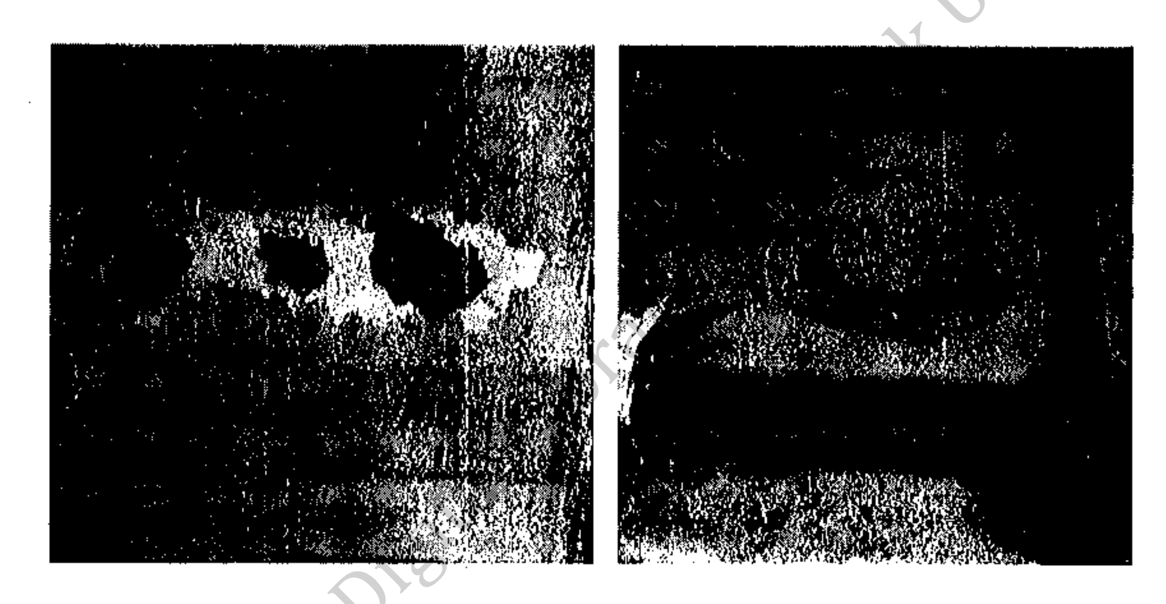
الشكل رقم (54): التلف البشري الجدار الجنوبي



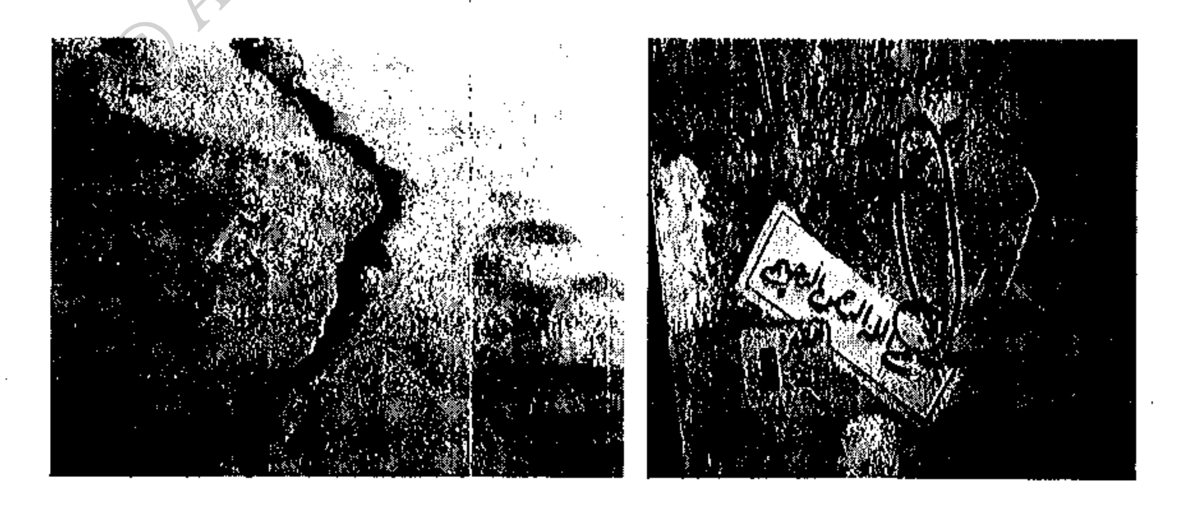
الشكل رقم (55) : المسامير في الجدار الجنوبي

الجدار الشرقي:

يوجد العديد من مظاهر التلف في هذا الجدار وتتشابه مع الجدران الأخرى، كبهتان الألوان يبينها الشكل (56) ، استخدام طرق الترميم الخاطئة كما في الشكل (57)، واستخدام المسامير الحديدة أيضا في هذا الجدار يوضحها الشكل (58)، وجود التشققات مختلفة الأحجام والأطوال كما في الشكل (59)، وجود تراكم من الأتربة على الجدار ويبينها الشكل(60).



الشكل رقم (56): بهتان الألوان في الجدار الشرقي الشكل رقم (57): استخدام الاسمنت في الجدار الشرقي



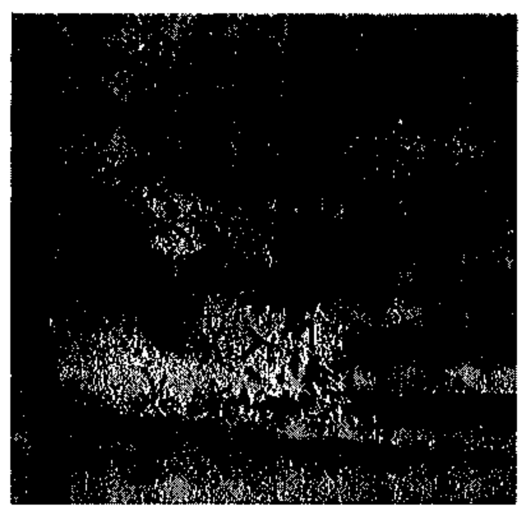
الشكل رقم (58): استخدام المسامير في الجدار الشرقي الشكل رقم (59): التشققات في الجدار الشرقي



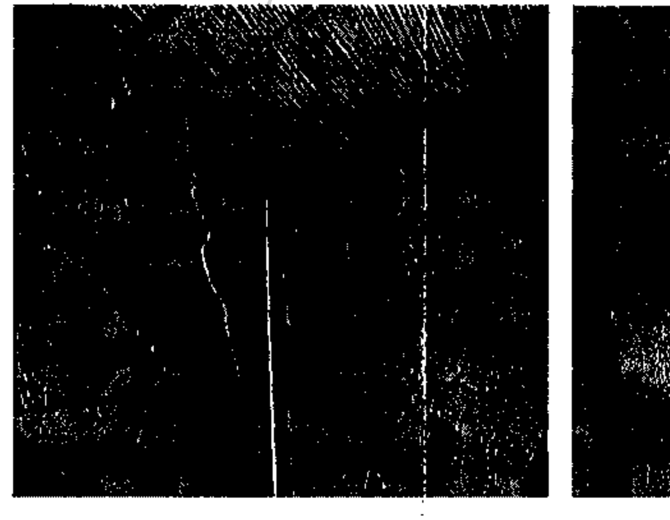
الشكل رقم (60) : يوضح الإتساخات والأتربة في الجدار الشرقي

الجدار الغربي:

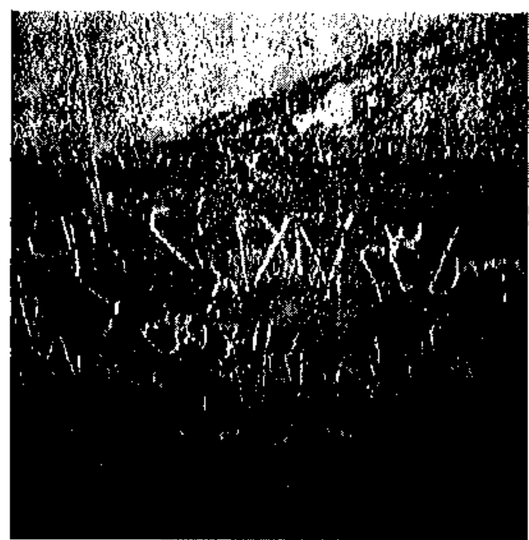
ويوجد في هذا الجدار فقدان أجزاء كبيرة من الألوان، ووجود تشققات عميقة جدا،ويوجد أنواع من التلف البشري مثل الكتابة على الرسومات الجدارية، وتم استخدام المسامير في تثبيت الأسلاك الكهربائية وسوف أوضحها في الأشكال التالية



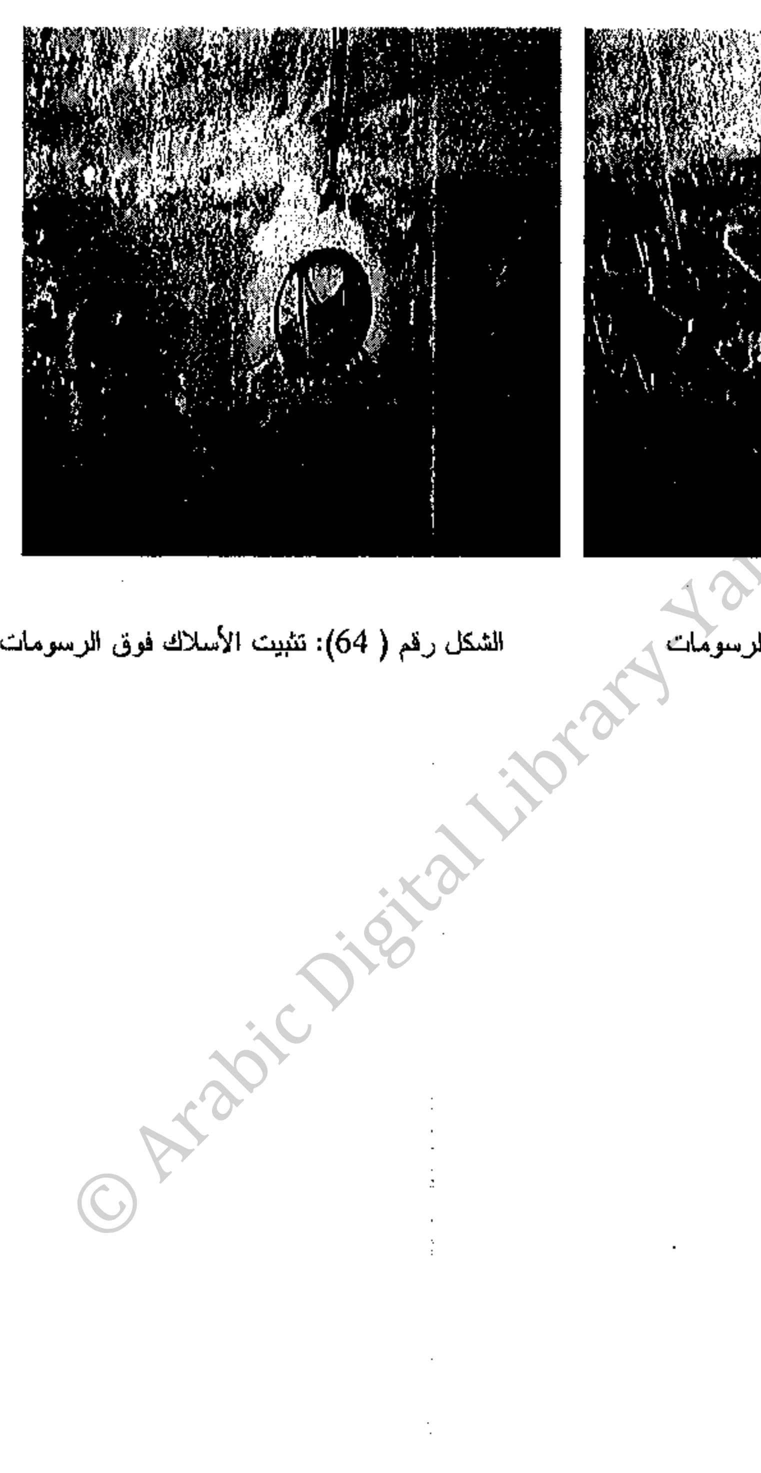
الشكل رقم (61): فقدان أجزاء من الألوان



الشكل رقم (62): وجود التشققات في الجدار الغربي



الشكل رقم (63) : الكتابة على الرسومات



الشكل رقم (64): تثبيت الأسلاك فوق الرسومات

ثانيا: الفحص الميكروسكوبي

تم عملية فحص العناصر المكونة لطبقة المونه وذلك لكشف عن طبقات الاتساخات الموجودة قبل التنظيف وبعد التنظيف، ونستطيع رؤية العناصر التي يصعب رؤيتها بالعين المجردة لذا يستخدم الفحص الميكروسكوبي،وفي هذا المجال يمكن استخدام الستيريو ميكروسكوب.

الستيريو ميكروسكوب Stereo microscope:

يستخدم للحصول على صورة مكبرة جدا، حيث يوجد عليه كاميرا رقمية تعمل على اقتناء الصور، والأرشفة، والتحليل، وينتج صور مثالية ومريح في الاستخدام ويعطي صور ثلاثية الأبعاد ويستطيع معالجه الصورة وتكبيرها كما يريد الباحث. وكثيرا ما يستخدم المجهر ستيريو لدراسة أسطح العينات الصلبة.

وتم استخدام الستيرو ميكروسكوب نوع

(stemi 2000- C , Axio Cam ERC5 s, TV 2/3"C 0.63X 1069-414)

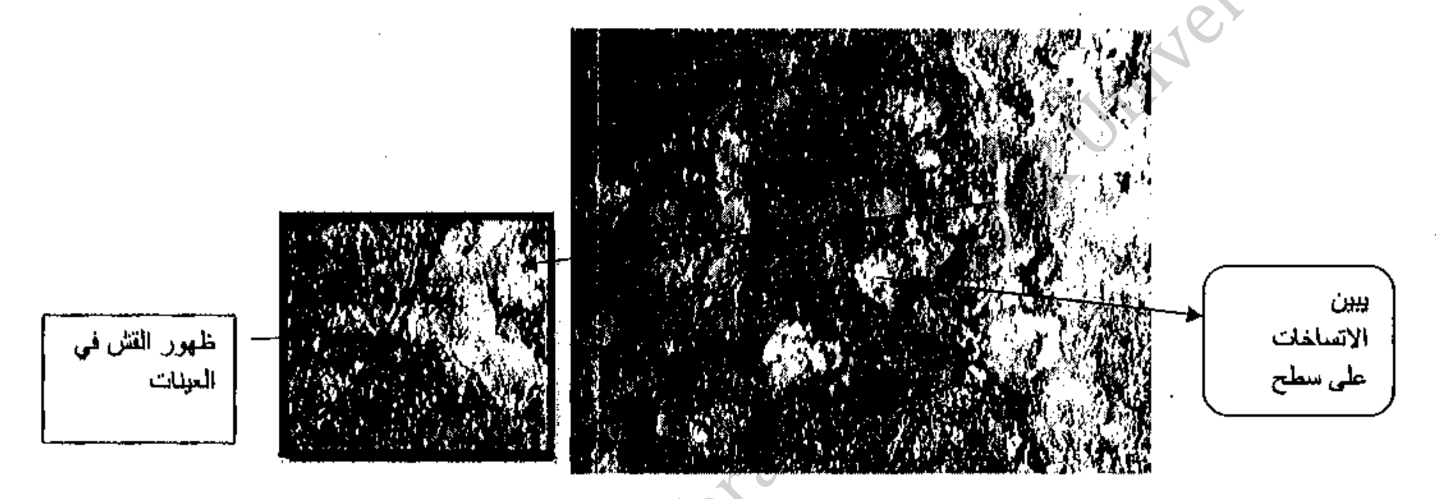
الموجود في مختبرات كلية الآثار والأنثروبولوجيا بجامعة اليرموك.



الشكل رقم (65): يبين استخدام الستيريو ميكروسكوب

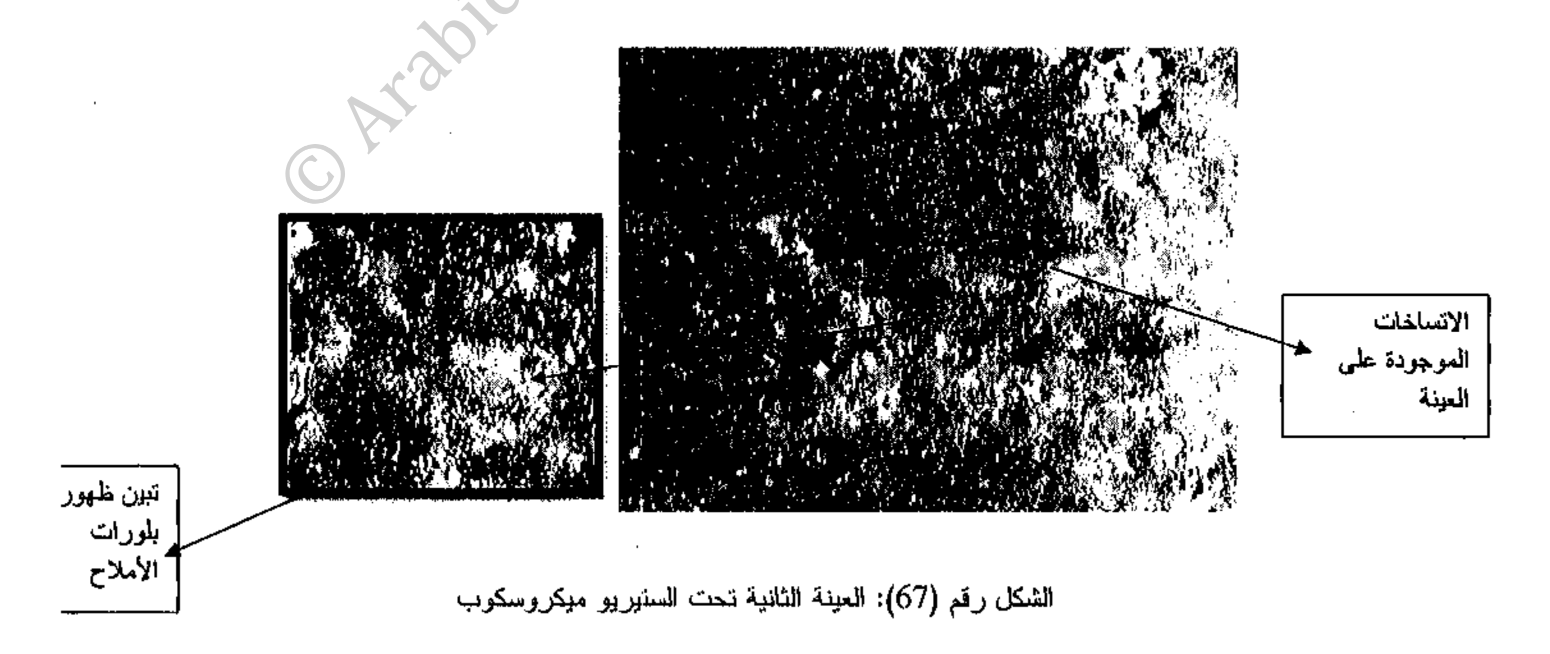
وتم أخذ عينات من الجدار الجنوبي .وتم تحليلها وكانت النتائج كما يلي:

1. العينة الأولى من الجدار الجنوبي، تم الحصول عليها من الأجزاء المتساقطة على الأرض، وتم تكبير العينة 0.65×10^{5} الشكل رقم (66)، أما التكبير الثاني للعينة فكان 3.2×10^{5}، من خلال التكبير تبين لنا استخدام القش في طبقة المونه.



الشكل رقم (66): يبين العينة الأولى تحت الستريو ميكروسكوب

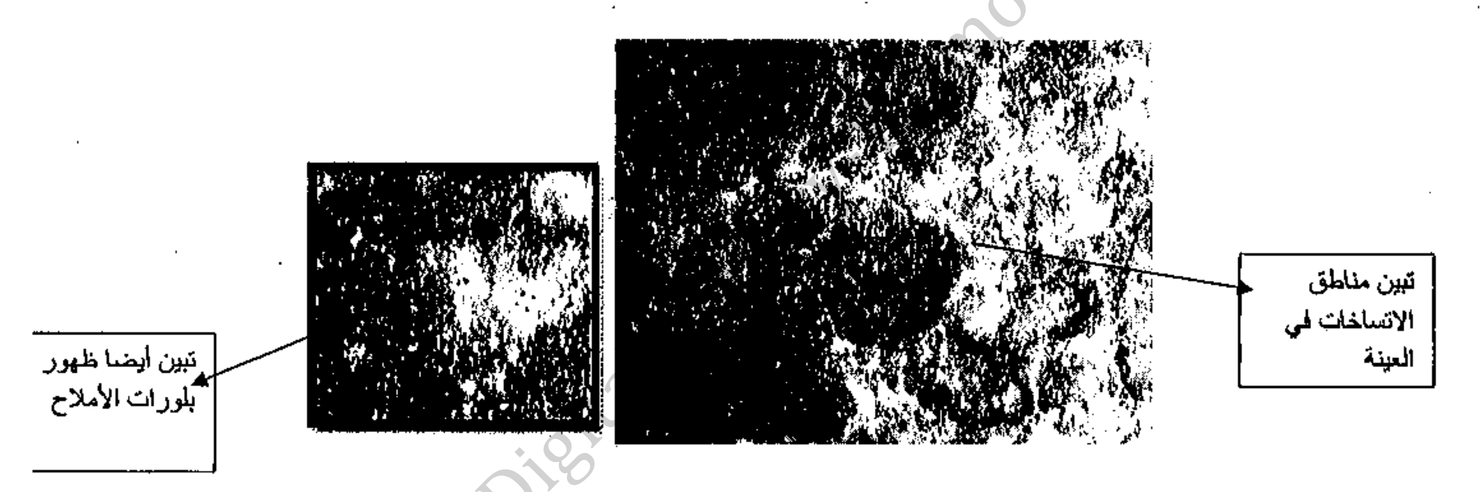
2. العينة الثانية أيضا تم أخذها من أعلى الجدار الجنوبي، وتم تكبير العينة 0.65×10^{5} الشكل رقم (67)، والتكبير الثاني كان 2.9×10^{5}.



الشكل رقم (67): العينة الثانية تحت الستيريو ميكروسكوب

من خلال التكبير تبين لنا بلورات الأملاح الموجود في العينة، كما تبين لنا من خلال تكبير جميع العينات وجود نقاط من اللون الأزرق، حيث من المتوقع انه تم خلط جميع الألوان باللون الأزرق

3. العينة الثالثة أيضا أخذت العينة من الجدار الجنوبي من الأجزاء المتساقطة على الأرض، وتم تكبير العينة0.65×10^{5} الشكل رقم (68) وتم التكبير الثاني 2.4×10^{-5}، من خلال التكبير تبين لنا استخدام القش في طبقة المونه



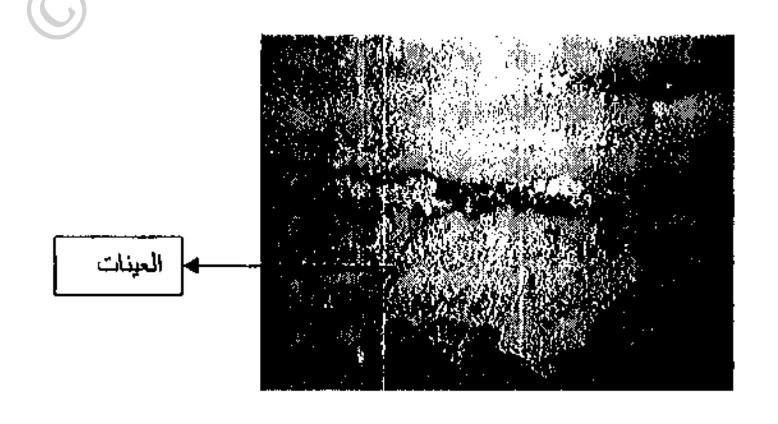
الشكل رقم (68): العينة الثالثة تحت الستيريو ميكروسكوب

ثالثا: التحليل باستخدام جهاز طيف الأشعة تحت الحمراء (FTIR)

يستخدم هذا التحليل للتعرف على مكونات المواد العضوية وغير العضوية للصورة تكون لها خصائص الامتصاص للأشعة تحت الحمراء، كما يستخدم أيضا لتحديد خصائص المواد العضوية في طبقة اللون حيث تظهر العينات على هيئة قطاعات رقيقة، حيث تعتبر هذه الطريقة من أفضل الطرق المستخدمة في التعرف على المواد الطبيعية نباتية وحيوانية كالراتنجات الأصباغ الطبيعية، نباتية أو حيوانية، ، والدهون والزيوت والغراء والنشا وغيرها من المواد الأخرى، حيث يعتبر التحليل بهذه الطريقة من الطرق الهامة التي يمكن استخدامها في دراسة الوسائط العضوية بصفة عامة. (بني عيسى 2012: 120)

تم استخدام جهاز (FTER) نوع (TENSOR27)الموجود في مختبرات كلية الآثار في جامعة اليرموك، للتعرف على نوع المادة الرابطة المستخدمة.

وعند أخذ العينات من الجدار، لا بد أن يكون مكان أخذ العينة في جزءا الذي لا يؤثر على طبقة الرسومات، لذا أخذت عينات من الأجزاء المتساقطة من الرسومات الجدارية كما واضح في الشكل رقم (69).



الشكل رقم (69): تبين مكان أخذ العينات

وتم استخدام هذا الجهاز للتعرف على نوع الوسيط المستخدم للألوان ، ومعرفة نوع الانساخات الموجودة إذا كانت دهون.

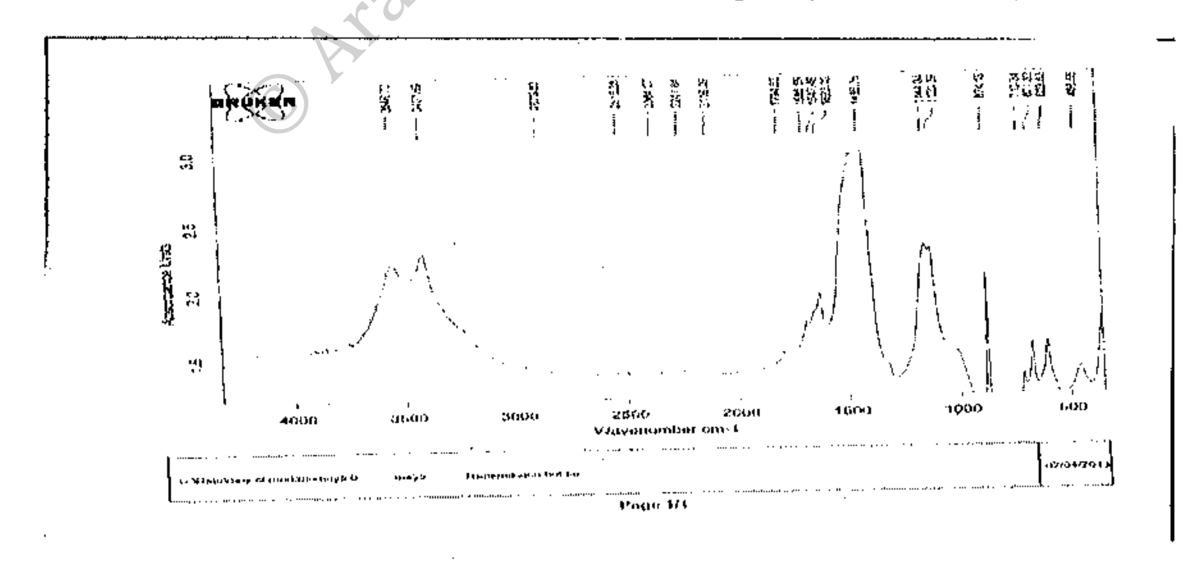
أولا: تحليل نوع الوسيط المستخدم

تم التعرف على نوع الوسيط المستخدم في الألوان بتحليل العينة بواسطة جهاز (FTIR)، وبمقارنة منحنى طيف الأشعة للعينة بالمنحنى القياسي اطيف الأشعة لأنواع مختلفة من الوسائط (الغراء الحيواني، والصمغ العربي، زلال البيض) وهي المواد التي شاع استخدامها كمادة رابطه في الرسومات الجدارية، حيث تبين أن الوسيط المستخدم هو غراء حيواني كما ظهر في المنحنى شكل رقم(70).

حيث ظهرت المجموعات المميزة للغراء وهي:

1- Amide I (C=C stretching of amide group) والتي ظهرت عند cm^{-1} 1647

2- Amide II (C–H bending) والتي ظهرت عند cm^{-1} 1435



الشكل رقم (70): يوضح نمط طيف الأشعة لمادة الغراء الحيواني

ثانيا: تحليل نوع الاتساخ الموجود

تم التعرف على نوع الاتساخ الموجود بتحليل العينة باستخدام جهاز (FTIR)، حيث تم أخذ أكثر من عينة من طبقة الاتساخ التي تغطي الرسومات الجدارية وذلك من الأماكن التي بها بروز اتساخي أو العينات المتساقطة والتي عليها اتساخ، وقد أتضح من خلال دراسة المنحنى الطيفي للعينة وكذلك مقارنتها بالعينة القياسية أنها مادة دهنية.

رابعا: التحليل باستخدام جهاز حيود الأشعة السينية (XRD) X- Ray Diffraction

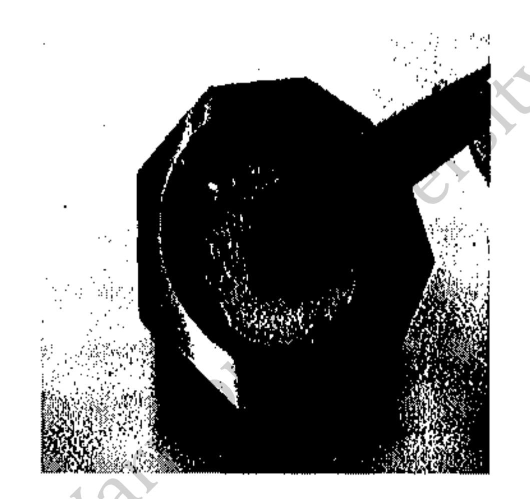
تعتبر طريقة حيود الأشعة السينية من أكثر طرق الفحص غير المتلفة والتي يمكن من خلالها التعرف على المركبات للعينة المراد تحليلها، وهذه الطريقة من أهم الطرق التي تعطي نتـــائج دقيقة للمكونات الداخلية للمادة الأثرية.

تم من خلال هذا التحليل التعرف على مركبات الألوان المراد إعادة تطبيقها في ترميم الرسومات الجدارية وكذلك مكونات المادة المالئة المستخدمة في أرضية التصوير، حيث يسهل ذلك من خلال هذا الجهاز التعرف على التركيب البلوري للمواد المستخدمة والتعرف على نوع المركبات.

وتم استخدام جهاز نوع Shimatzo 6000 الموجود في مختبرات كلية الآثار والأنثروبولوجيا بجامعة اليرموك.

حيث تم تحليل أربع عينات كل عينه تحتوي على لون مختلف وطبقة تحضير وقد تم تحضير العينات في مختبرات كلية الآثار جامعة اليرموك، وتم استخدام طريقتين لطحن العينات الأولى باستخدام المطحنة اليدوية كما في الشكل (71)، والثانية باستخدام جهاز TBT QM-3SP2

Planetary Ball Mill كما في الشكل (72) ، وتم وضع العينات لمدة 30 دقيقة ثم وضع بعد ذلك في أنابيب.

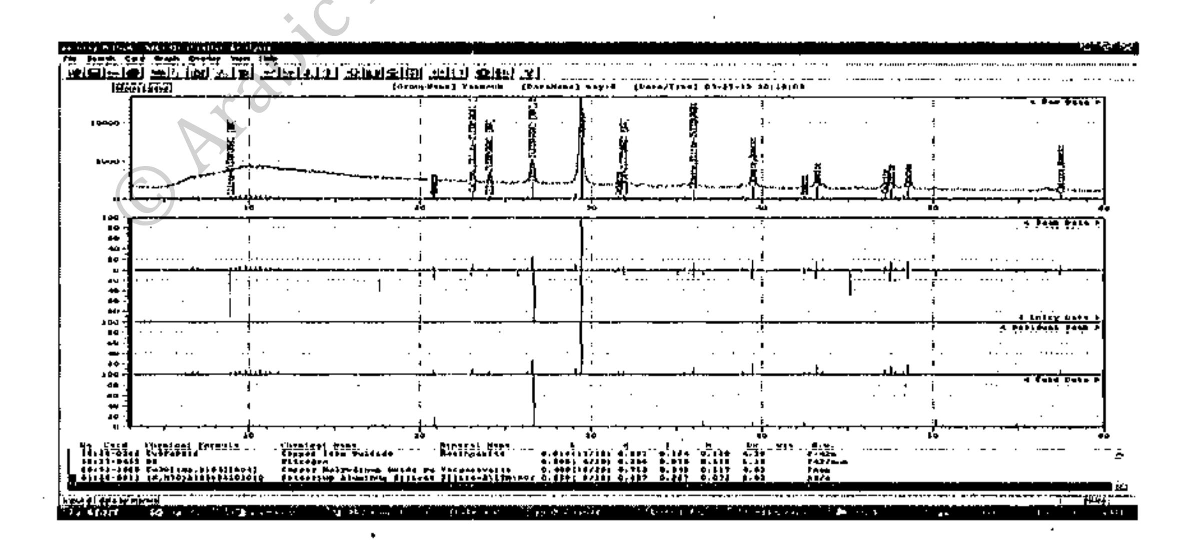


الشكل(71): طحن العينات بالمطحنة اليدوية



الشكل(72): طحن العينات بجهاز Planetary Ball Mill

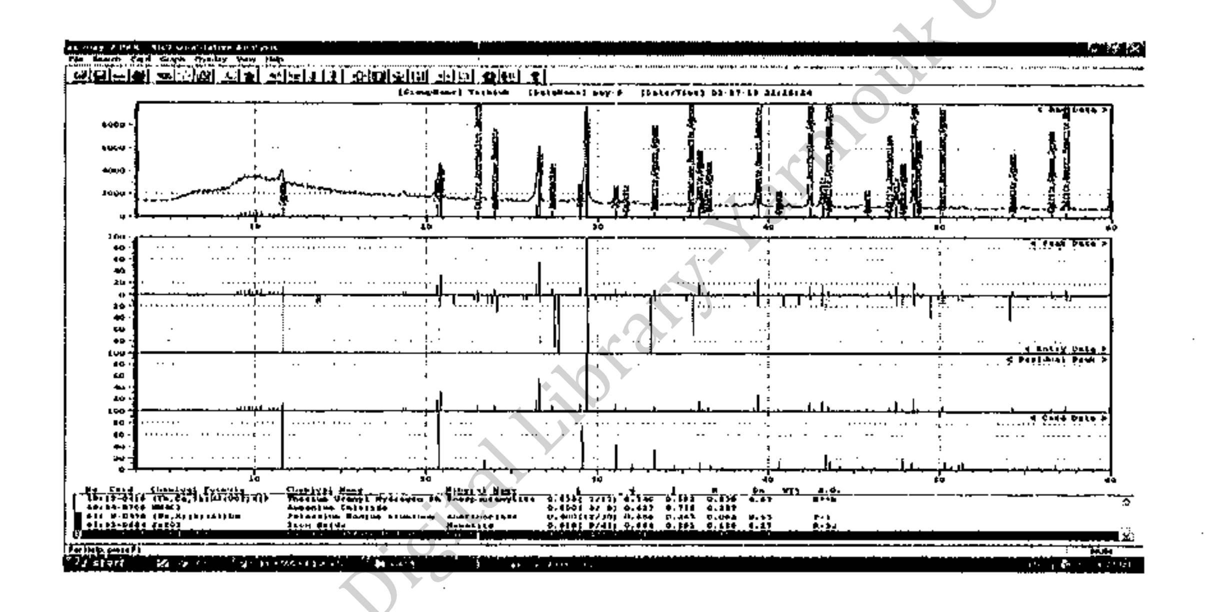
العينة الأولى كان من طبقة المونه من أسفل الجدار الغربي، وتم الحصول على نمط حيود الأشعة السينية (XRD) كما في الشكل (73).



الشكل رقم (73): نمط حيود الأشعة السينية (XRD) لطبقة المونه

ومن خلال هذا التحليل وكما هو موضح في الشكل (73)، تبين لنا أن نوع المادة المالئة في أرضية التصوير هي كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ (الكالسيت – Calcite)، وأكسيد السليكون SiO_2 (كوارتز – Quartz).

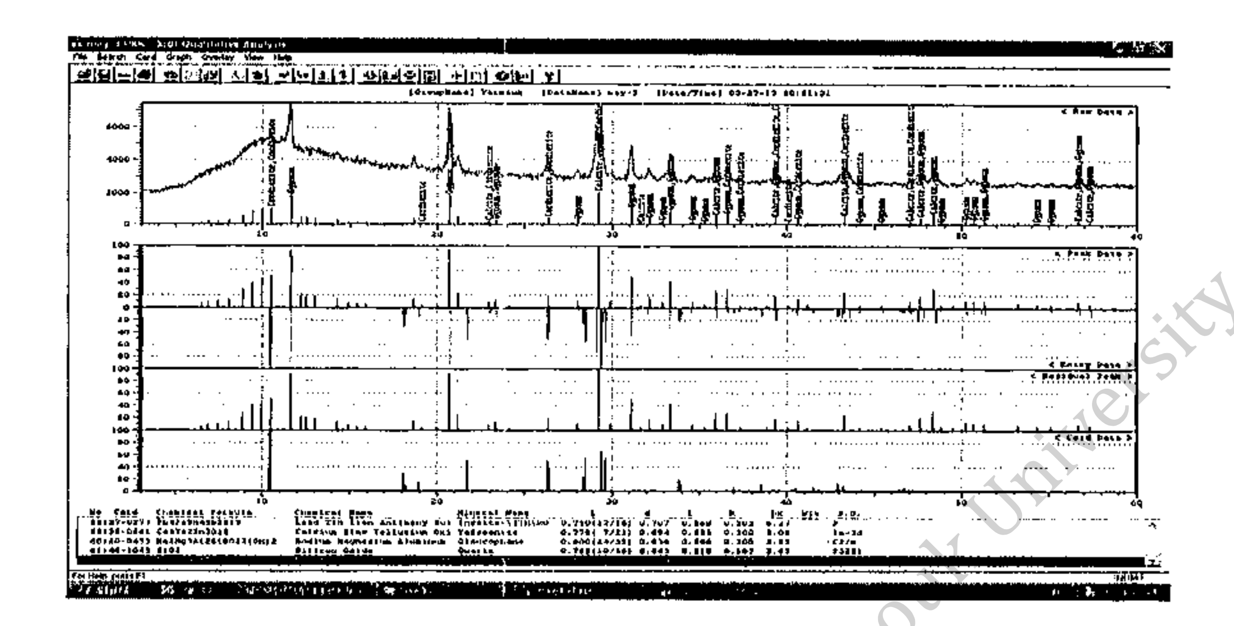
العينة الثانية فكانت من اللون الأحمر من الجدار الشرقي، وتم الحصول على نمط حيود الأشعة السينية (XRD) كما في الشكل (74).



الشكل (74): نمط حيود الأشعة السينية (XRD) للون الأحمر

ومن خلال هذا التحليل تبين لنا أن اللون عبارة عن أحمر الهيماتيت وهو أكسيد الحديد Fe_2O_3.

العينة الثالثة اللون الأخضر من الجدار الشرقي، وتم الحصول على نمط حيود الأشعة السينية (XRD) كما في الشكل (75).



الشكل (75): نمط حيود الأشعة السينية (XRD) للون الأخضر

ومن خلال هذا التحليل تبين لنا أن اللون الأخضر عبارة عن Cordierite وهو Magnesium Aluminum Silicat Mg_2Al_4Si

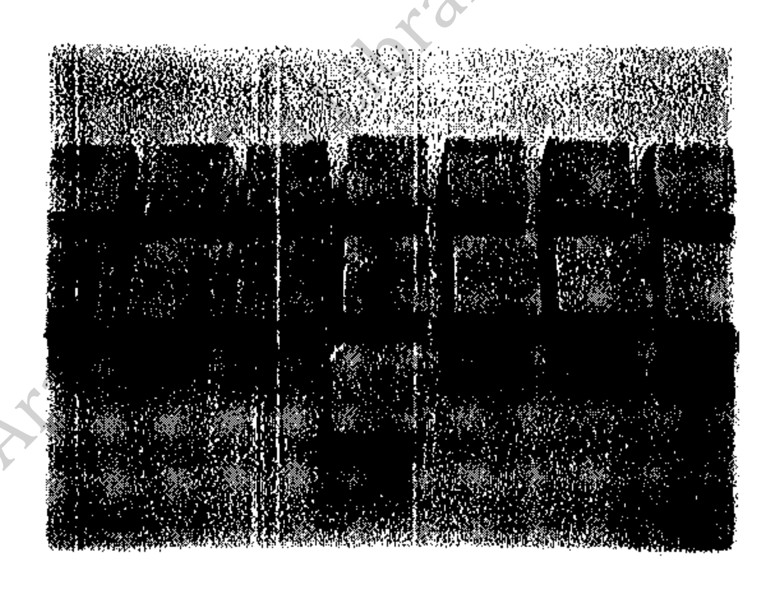
صفحة 146 مفقودة من المصدر

الفصل الخامس : الجانب التجريبي والتطبيقي

الجانب التجريبي:

يهدف الجانب التجريبي للتوصل إلى الطرق الأفضل لتنظيف الرسومات الجدارية، وسوف نبين طرق التنظيف بالأنزيمات ومقارنتها بطرق التنظيف الأخرى.

واعتمدت الدراسة على إعداد 15 عينة من الحجر كما مبين في الشكل (76) وتم تطبيق عليها طبقات الجدارية ورسم نموذج من الرسومات الموجودة في المبنى – موضوع الدراسة – ، حيث بينا مظاهر التلف الموجودة عليها مثل الطين والجبس والإسمنت والدهانات والدهون، وبعد ذلك سوف نبين طرق التنظيف الملائمة لها من خلال التجارب التي نقوم بها سواء بالطرق الميكانيكية و الكيميائية وقارنتها بالتنظيف بالأنزيمات.

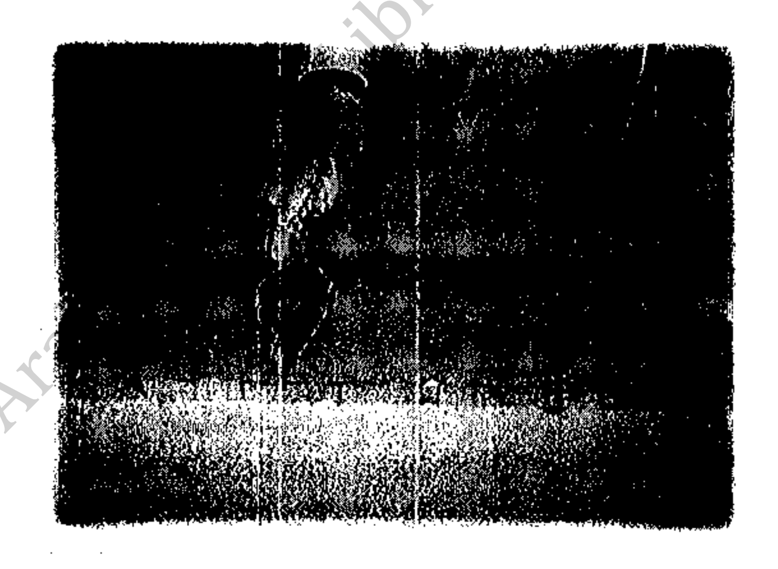


الشكل رقم (76): العينات التي سيطبق عليها الرسومات

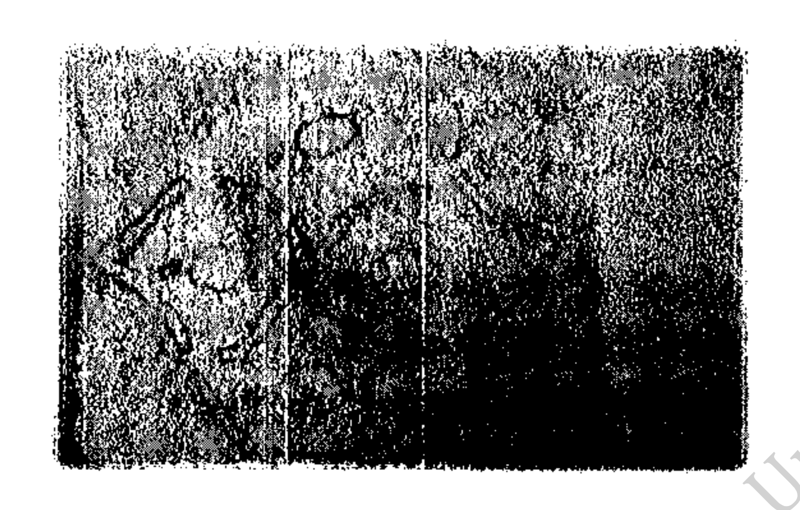
أولا: خطوات عمل رسم جداري وعمل طبقات الجدارية علية ورسم نموذج من المبنى عليه

في البداية تم تحضير الحامل من الحجر الجيري وتجهيزه وتهشيرة وحفره حفر صغيرة وذلك حتى تتماسك المونه بسطح الحامل، بعد ذلك تم عمل طبقة على جميع العينات وهي الطبقة

الخشنة والتي تحتوي على رمل خشن وجير بنسبة 1:2 كما في الشكل (77)، ثم بعد ذلك نقوم بتهشير الطبقة الخشنة حتى تتماسك بالطبقة التي تعلوها وبعد ذلك نقوم بعمل الطبقة الناعمة والتي تحتوي على رمل ناعم وجير ويكون نسبة الجير اعلى، ثم يتم تطبيقها فوق الطبقة الخشنة ويتم تسوية السطح بواسطة المسطرين، وبعد ذلك تأتي عملية وضع طبقة الغسول الأبيض وقبل وضعه أيضا يتم تهشير الطبقة وتطبق باستخدام الفرشاة وهذه الطبقة تكون عجنه لباني من الجبس، وبعد ذلك تأتي الخطوة الأخيرة وهي تطبيق الرسم على السطح ويكون باستخدام فرشاه أو بطبع الرسمة على السطح كما مبين في الشكل رقم (78)، ويتم بعد ذلك تلوينه باستخدام الأكاسيد وتم استخدام الغراء كوسيط كما في الشكل رقم (79) ومن ثم يتم تطبيق هذه الألوان على الجدارية كما في الشكل رقم (80).



الشكل رقم(77): تحضير الطبقة الخشنة



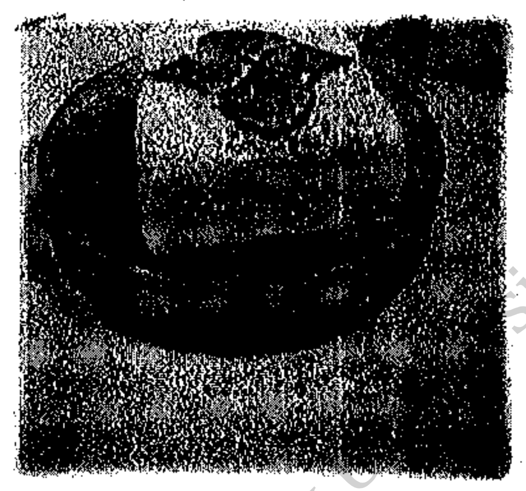
الشكل رقم (78): يبين تحديد الرسم بالفرشاة



الشكل رقم (79): الأكاسيد التي استخدمت   الشكل رقم (80): يوضح طريقة التلوين

ثانيا : خطوات تنظيف الرسومات الجدارية

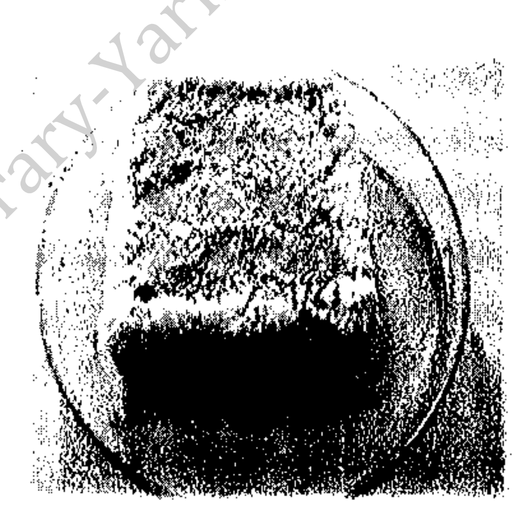
في البداية تم وضع اتساخات تماثل الاتساخات القديمة مثل الطين والجبس والاسمنت والدهانات وبقع دهنية كما موضح في الشكل رقم (81)، وكما وضعت بعض العينات في وعاء وسيط ملحي حتى نبين طرق إزالة الأملاح من على الرسومات الجدارية كما في الشكل رقم (82) حيث العينة الأولى كانت تحتوي على رسومات كما في الشكل رقم (83)، أما العينة الثانية فكانت خالية من الرسومات كما في الشكل رقم (84).

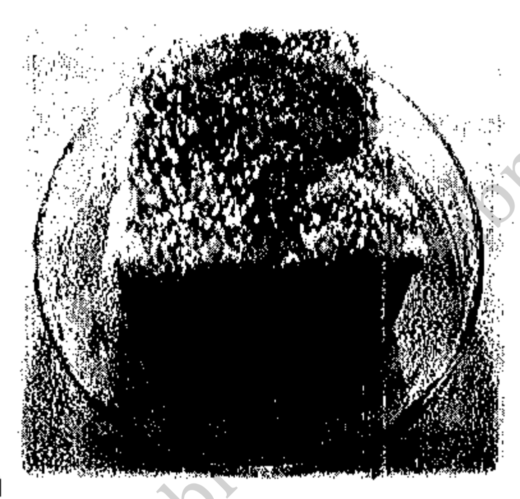




الشـ

كل رقم (81): اتساخات تماثل الاتساخات القديمة   الشكل رقم (82): وضع أحد العينات في وسيط ملحي





الشكـ

ل رقم (83) : ظهور الأملاح على السطح الرسومات   الشكل رقم (84): يوضح الأملاح على السطح

أولى الخطوات التي تم اتخاذها هي إجراء تجارب بحثية للمذيبات والأنزيمات التي سنقوم التنظيف بها، وتهدف إلى اختبار بعض المواد المستخدمة في مجال تنظيف الرسومات الجدارية، لتحديد أفضل الطرق لإزالة الإتساخات الموجودة على الرسومات الجدارية، والمواد التي تم تجريبها:

1- الكحول الميثيلي Methyl alcohol CH_3OH

2- الكحول الايثيلي Ethyl alcohol C_2H_5OH

3- بريادين Pyridine C_5H_5N

4- طولوين Toluene $C_6H_5CH_3$

5- تراي كلورو إيثلين Trichloroethylene C_2H_4

6- داي ميثل فورماميد Di methyl form amide C_3H_7NO

7- أسيتون Acetone CH_3COCH_3

8- أنزيم الليباز Lipase enzymes

حيث تم تطبيق كل ماده على العينات، وتم تنظيف من خلال استخدام swap ملفوف عليه قطن على أن يتم التنظيف باستخدام طريقة الدوران ويبدأ التنظيف من أعلى إلى أسفل وكانت النتيجة كما يلي:

1- الكحول الميثيلي Methyl alcohol CH_3OH

عبارة عن مركب هيدروكربوني يتألف من الكربون والهيدروجين والأكسجين الذي ينتمي إلى صنف الكحولات، وقد يسمى إما ميثانول أو روح الخشب و الجدول رقم (9) يوضح خصائص الكحول الميثيلي (السروجي 2010: 180) .

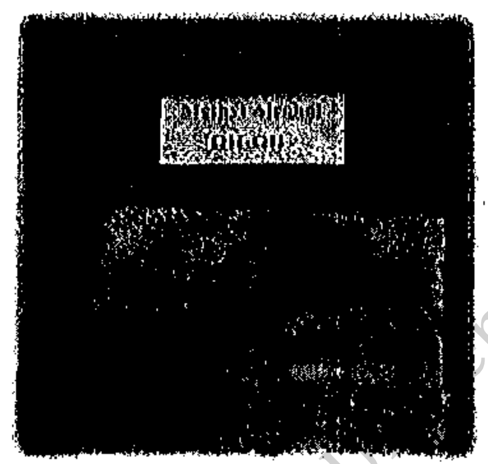
الخصائص	
الشكل	سائل عديم اللون
الكثافه	0.79 غ/ سم^3
درجة الإنصهار	$-85\ ^0C$
درجة الغليان	$65\ ^0C$
الذوبان	يذوب في الماء والايثانول

الجدول رقم (9): يبين خصائص الميثانول

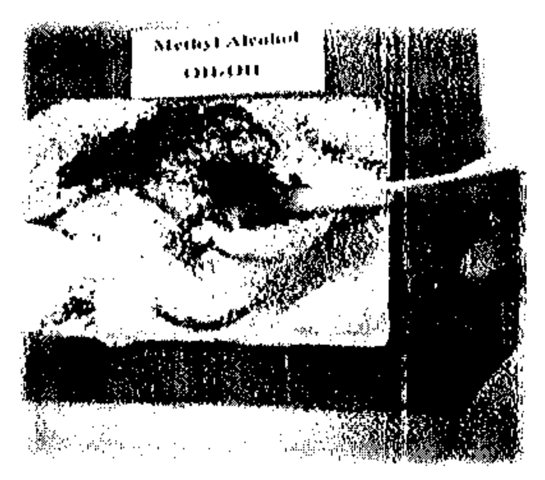
$$
H - \underset{H}{\overset{H}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}} - OH \quad \text{———} \quad CH_3 - OH
$$

وفي عمليات التنظيف تم إضافة ميثيل الكحول CH_3OH مع الماء المقطر بنسبة 1:1، وذلك لتفادي تحريك الأملاح لان الكحول يعجل الماء يتطاير بسرعة وهو عامل مساعد.

وقد تمكنا من إزالة الطين ولم نستطيع إزالة باقي الإتساخات مثل الجبس والإسمنت والدهانات كما بينا ذلك في الشكل رقم (85) ورقم (86).



الشكل رقم (85): أثناء التنظيف



الشكل رقم (86): النتيجة بعد التنظيف

2- الكحول الايثيلي Ethyl alcoholC_2H_5OH

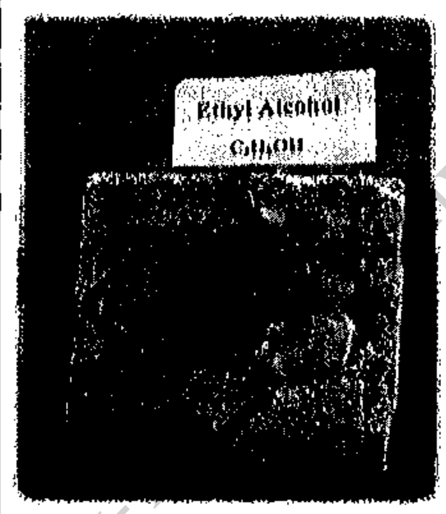
تستخدم كمامات للأنف عند التعرض لمدة طويلة له و يستخدم في أماكن جيدة التهوية يستخدم في التنظيف ، وإذابة بعض الراتنجات التي لا تذوب بالأسيتون والجدول رقم (10) يوضح خصائص الكحول الايثيلي.

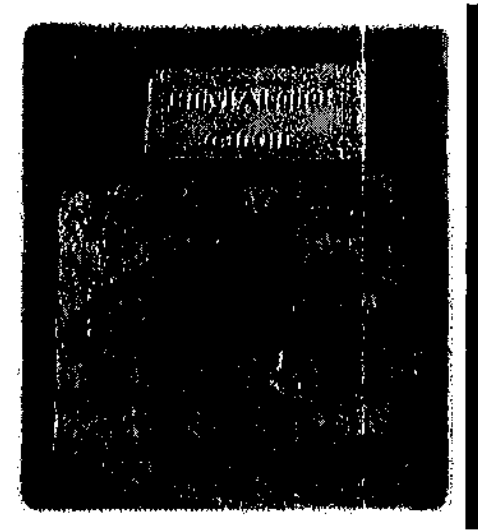
الخصائص	
الشكل	سائل عديم اللون
الكثافه	0.789 غ/ سم^3
درجة الإنصهار	-114.3 ^{0}C
درجة الغليان	78.4 ^{0}C
الذوبان	كامل الذوبان في الماء

```
    H   H
    |   |
H – C – C – OH
    |   |
    H   H
```

الجدول رقم (10):يبين خصائص الكحول الايثيلي

استخدمنا هنا أيضا نفس النسب السابقة وكانت نفس النتيجة تقريبا حيث تم إزالة الاتساخات ولكن لم نستطيع إزالة باقي الإتساخات كما موضح في الأشكال رقم (87) و(88).





الشكل رقم (87): قبل التنظيف الشكل رقم (88): بعد التنظيف

3- بريدين Pyridine C_5H_5N

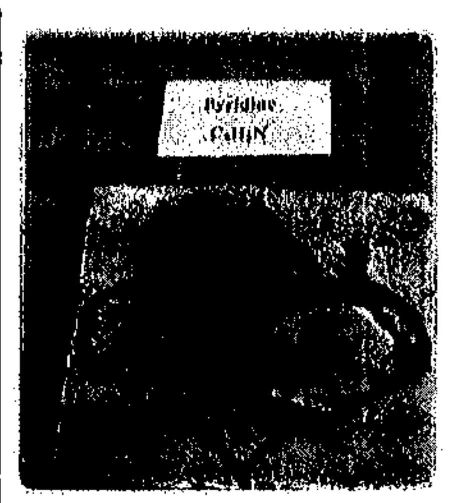
يعتبر من المركبات الحلقية غير متجانسة وبنية البيريدين تتكون من حلقة سداسية غير مشبعه تحتوي على ذرة النتروجين، وتم تحضيره بصورة نقية من زيت العظام وقطران الفحم ويوجد في عدد كبير من الأدوية والأصباغ، ويتم تصنيعه من الاسيت الدهيد والفورمالدهيد والأمونيا كما توضحها المعادلة التالية (سيد 2009: 3) والجدول رقم (11) يبين خصائص البريدين.

$$CH_2O+NH_3+2CH_3CHO \rightarrow C_5H_5N$$

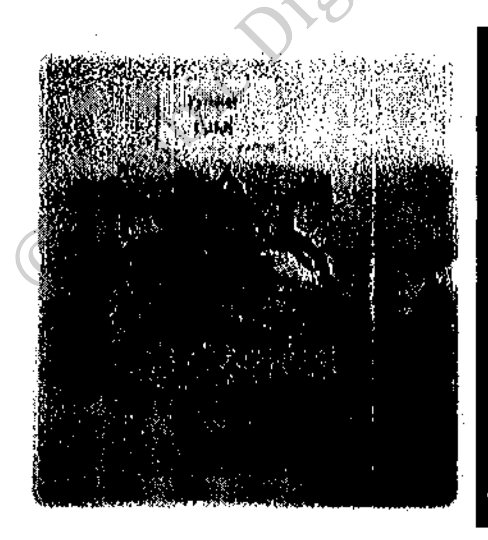
الخصائص	
الشكل	سائل عديم اللون
الكثافه	5.98 غ/ سم^3
درجة الإنصهار	-41.6 ^{0}C
درجة الغليان	^{0}C115.2
الذوبان	يذوب في الماء

الجدول رقم (11) خصائص البريدين

تم استخدام البريادين C_5H_5N بنسبة 99% ، وله رائحة قوية جدا، لذلك يفضل استعمال الكمامات عند استخدامه، حيث استطاع أن يزيل الإسمنت وبعض الدهانات كما هو مبين في الأشكال التالية.



الشكل رقم (89): أثناء التنظيف بالبريادين



الشكل رقم (90): بعد التنظيف بالباريادين

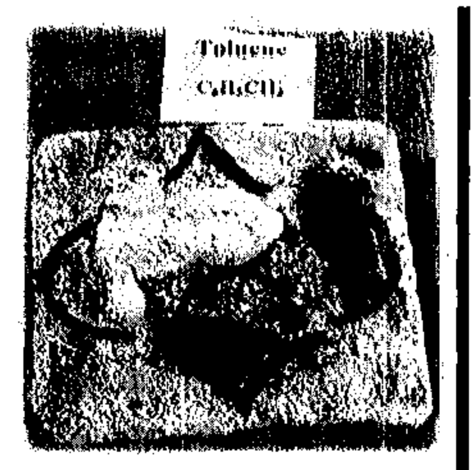
4- التولوين Toluene $C_6H_5CH_3$

الاسم العلمي هو ميثيل البنزين(Methylbenzen) يستخدم التولوين $C_6H_5CH_3$ في أماكن جيدة التهوية لأنه يسبب الصداع والغثيان لان لها تأثير المخدر ويبن الجدول رقم (12) خصائصه.

الخصائص	
الشكل	سائل عديم اللون
الكثافه	0.8669 غ/ مل
درجة الإنصهار	-93^0C
درجة الغليان	110.6^0C
الانحلاليه في الماء	0.47 غم/ل ماء عند 20-25 ^0C

الجدول رقم (12): يوضح خصائص التولوين

من خلال التنظيف به استطعنا إزالة بعض الاسمنت والقليل من الدهانات وكما في الشكل رقم (91) و رقم (92).

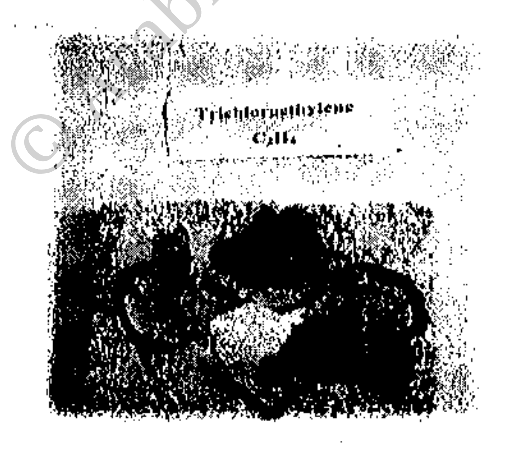




الشكل(91): قبل التنظيف بالتولوين الشكل رقم (92): بعد التنظيف بالتولوين

5- تراي كلورو إيثلين Trichloroethylene C_2H_4

يعتبر من المخدرات الفعالة وتم إيقاف استخدامه نتيجة لتأثيره السام، وهو سائل عديم اللون، وهو غير مشتعل، وله استخدامات كثيرة ومن هذه الاستخدامات أنه مزيل للدهانات، ويحضر من كلورو الايثلين في وجود الجير أو أكسيد الكالسيوم (المهاجر 2014). ولقد قمنا بتنظيف عينة باستخدام تراي كلورو ايثلين وقد تبين انه يزيل الدهانات كما في الأشكال (93) و(94)





الشكل رقم (93): قبل التنظيف الشكل رقم (94) : بعد التنظيف

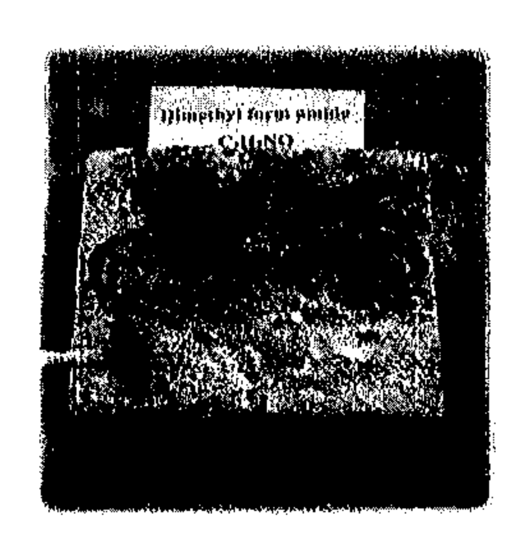
6- داي ميثل فورماميد Di methyl form amide C_3H_7NO

هو مذيب عضوي يرمز له مختصرا (DMF)، حيث استعمل لإذابة الصبغة والبوليمر في آن واحد، والجدول رقم (13) يبين خصائصه (الدليمي 2012).

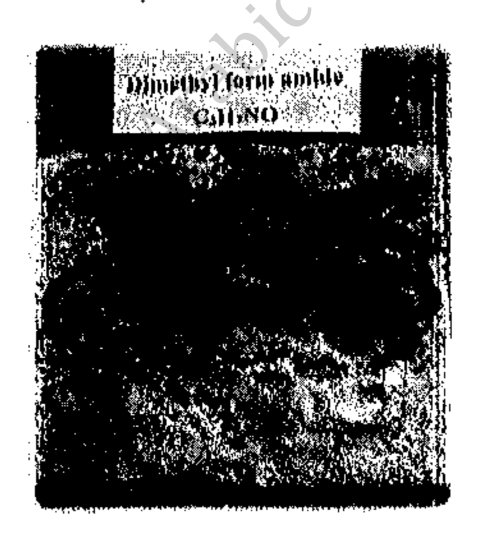
الخصائص	
الشكل	سائل عديم اللون
الكثافه	0.9445 غ/ سم$^{-3}$
درجة الغليان	^{0}C153

الجدول رقم(13): خصائص داي ميثل فورماميد

ومن خلال التنظيف الذي قمنا به باستخدام داي ميثل فورماميد C_3H_7NO، فقد استطعنا تنظيف الدهانات وإزالتها بشكل كامل ويبين ذلك الأشكال التالية:



الشكل رقم (95): قبل التنظيف



الشكل رقم (96): بعد التنظيف

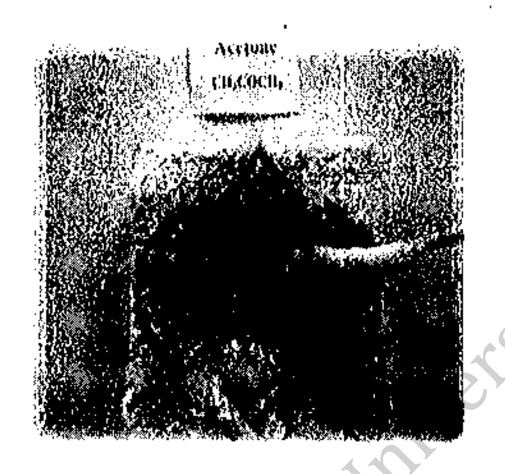
7- أسيتون Acetone CH_3COCH_3

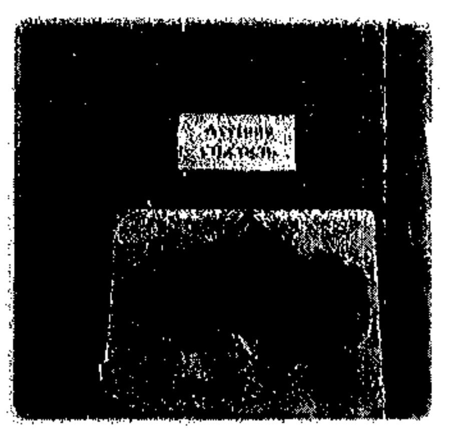
كيتون ثنائى الميثيل Di Methel Ketone من أشهر المذيبات الكتيونية، تنتمي مجموعته الكيميائية إلى مجموعة الهيدروكربونات الإليفاتية (البارافينات)، ولها القدرة على إزالة العديد من الشموع، الراتنجات الطبيعية والصناعية، ويجب استخدام الأسيتون في جو وأماكن جيدة التهوية، لأنه عند امتصاصه عن طريق الجلد فيسبب جفافه وحساسيته ، كما أن تأثيره ضار على العين، واستنشاق أبخرته يسبب الغثيان و الجدول رقم(14) يوضح خصائص الأسيتون (السروجي 2010: 175)

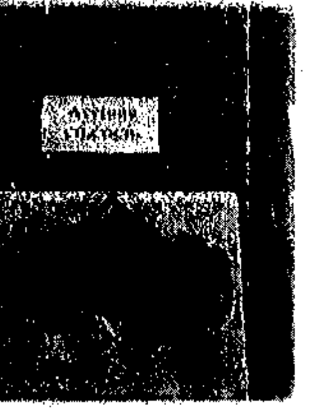
الخصائص	
الشكل	سائل عديم اللون
الكثافه	0.792 غ/سم
درجة الإنصهار	94.7 ^0C
درجة الغليان	56م^5
الذوبان	يذوب في العديد من المذيبات العضوية، الماء

الجدول رقم (14): يوضح خصائص الأسيتون

وعند التجربة التي قمنا بها من خلال عملية التنظيف به فقد تبين لنا انه بإمكانه إزالة بعض الدهانات ولكن ليس بشكل كامل، ولم نستطيع إزالة باقي الاتساخات كما موضح في الأشكال التالية.







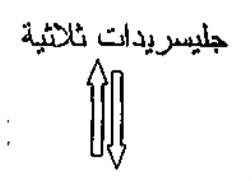
الشكل رقم (97) قبل التنظيف بالأسيتون   الشكل رقم (98): بعد التنظيف بالأسيتون

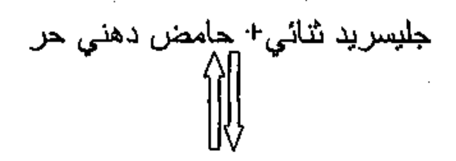
8- أنزيم الليباز *Lipase enzymes*

يعتبر هذا الأنزيم من الأنزيمات المحللة للدهون، حيث يتم التصنيع الحيوي لهذا الأنزيم بواسطة الكثير من الميكروبات، ويكون المصدر الرئيسي لهذه الأنزيمات هو فطريات *Rhizopus, Mucor, Aspergillus*.

يستخدم هذا الأنزيم في كثير من الاستخدامات مثل إدخال أنزيم الليباز في بودرة الغسيل بغرض إزالة المواد الدهنية من الملابس وكما يستخدم في مصانع الألبان حيث يعمل على تسريع عملية التسوية مثل يعمل في إنتاج الجبن ويميزها في الطعم والنكهة المرغوب بها في فترة زمنية قصيرة.

وهذه الأنزيمات تقوم بتحليل الجليسريدات الثلاثية إلى أحماض دهنية حرة Free fatty acids وجليسرول كما يوضحه الشكل رقم (99) (زهران، وبريشة 2006: 287-289) :





جليسريد أحادي+ حامض دهني حر

جليسرول+ حامض دهني حر

الشكل رقم (99): تفاعل أنزيم الليباز مع الدهون

ومن أشهر الطرق للكشف عن أنزيم اللیباز هي طريقة توين Tween method، حيث يقوم بتحليل مادة التوين وهي عبارة عن أسترات دهنية طويلة في وجود أيونات الكالسيوم لتعطي أحماض دهنية وتكون صابون كلسي (Calcium – soap) يترسب في مكان نشاط الأنزيم، وتتحد مادة الصابون الكلسي الناتجة مع ايونات الرصاص لتعطي راسبا ويتم صبغه باستخدام كبريتيد الأمونيوم الأصفرNH_4SH الذي يحيل لونه إلى اللون البني الأسود (الطيب، وجرار2005:146).

تم استخدام أنزيم الليباز على احد العينات الموجدة لدينا والأشكال التالية سوف توضح بالتفصيل الطريقة التي قمنا بها.

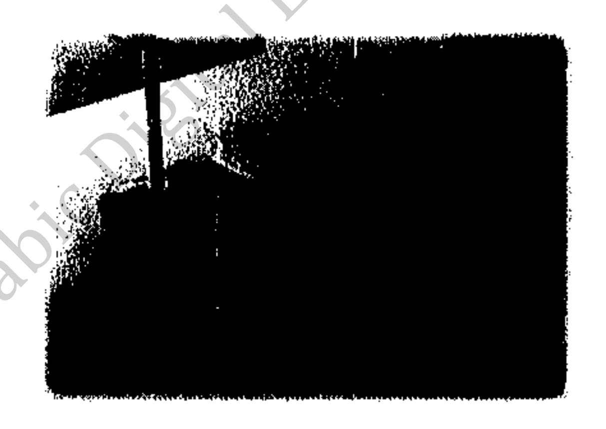
1- تم تحضير المحلول 1مم من أنزيم الليباز مع 1لتر من الماء المقطر.

2- تم ضبط درجة الحرارة على درجة 40 درجة مئوية باستخدام لمبة IR وتم وضع ميزان حرارة لمعرفة درجة الحرارة كما في الشكل رقم (100).



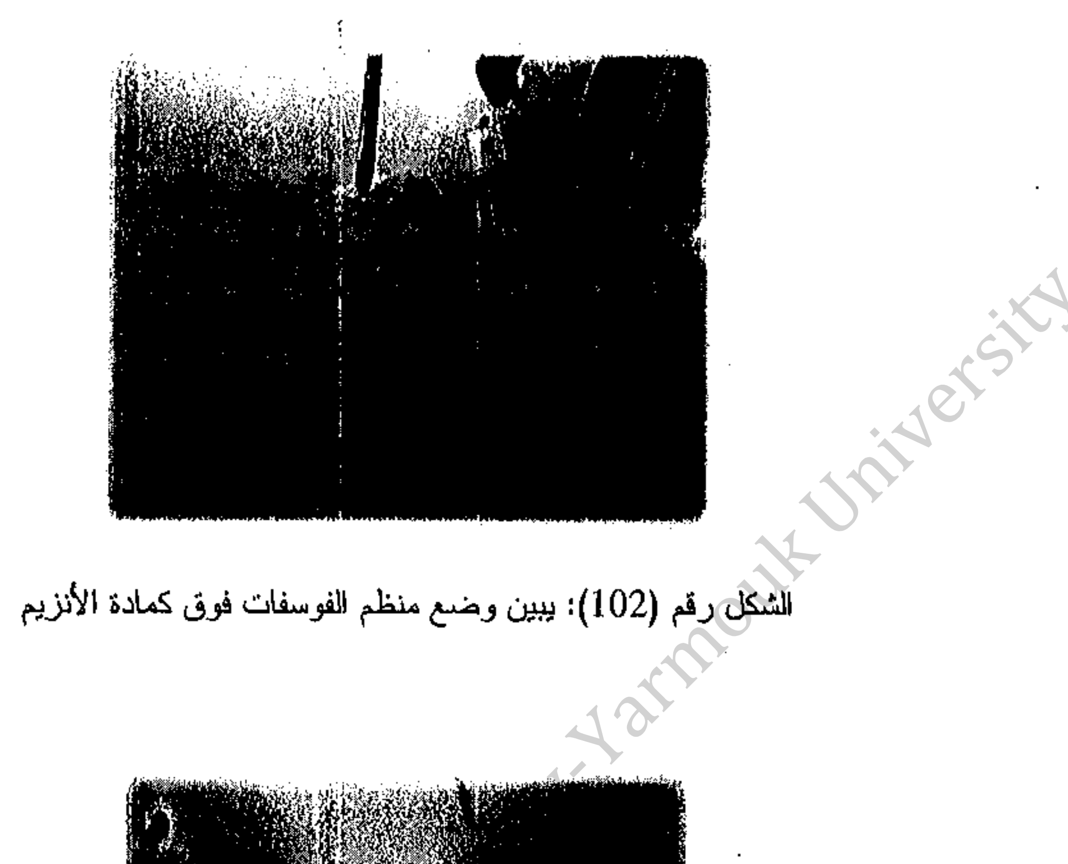
الشكل رقم (100): يوضح الأشعة تحت الحمراء فوق العينة

3- وضع كمادة من الأنزيم فوق الاتساخات كما في الشكل التالي.



الشكل رقم (101): يبين طريقة وضع كمادة الأنزيم على الاتساخات

4- وبعد ذلك يتم وضع منظم الفوسفات Phosphate buffer فوق كمادة الأنزيمات باستخدام الفرشاة كما يبينها الشكل (102)، وبعد ذلك يتم تغطيتها بورق القصدير aluminum foil فوق الكمادة كما في الشكل رقم (103).



الشكل رقم (102): يبين وضع منظم الفوسفات فوق كمادة الأنزيم



الشكل رقم (103): يوضح تغطية الكمادة باستخدام ورق القصدير

5- تترك الكمادة لمدة تتراوح بين 30-60 دقيقة وبعد ذلك يتم الكشف عن الكمادة وحيث تتظهر الاتساخات كما في الشكل رقم (104) .

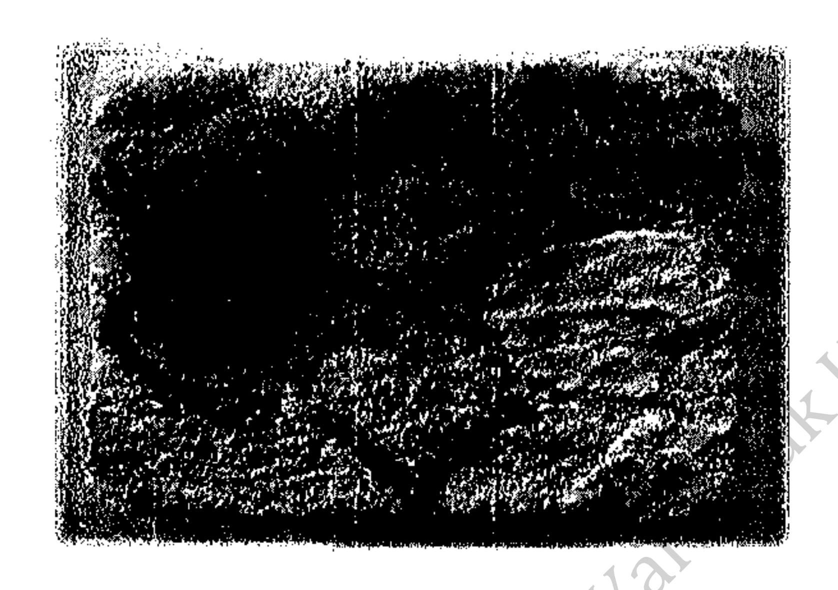


الشكل رقم (104): إزالة الكمادة بعد مرور 30 دقيقة

6- وبقايا الاتساخات يمكن إزالتها بواسطة swap وتحت أشعة IR كما يبينه الشكل التالي.



الشكل رقم (105): إزالة بقية الاتساخات باستخدام swap



الشكل رقم (106): تبين النتيجة النهائية للتنظيف بالأنزيم

طريقة إزالة الجبس

تم إزالة الجبس بالطرق الميكانيكية والطريقة الكيميائية، حيث تم استخدام مذيب الكحول مع الماء وتم وضعها بطريقة الكمادة، وبعد ذلك تم إزالة الجبس بالمشرط كما توضحه الأشكال التالية.



الشكل رقم (107): توضح إزالة الجبس بالمشرط

الشكل (108): النتيجة النهائية للتنظيف الميكانيكي

طريقة إزالة الأملاح

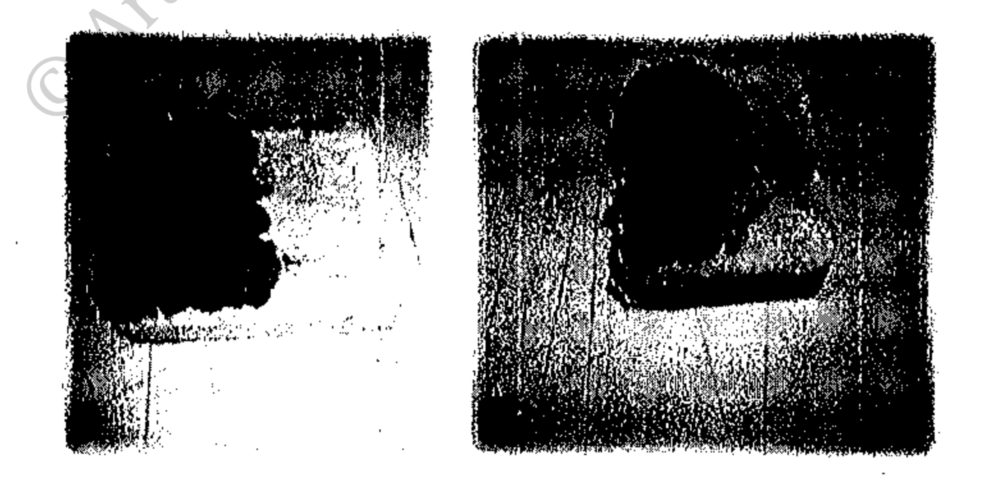
تم إزالة الأملاح بالطريقة الميكانيكية في البداية، وبعد ذلك تم إزالتها بالكمادات لان التحاليل أثبتت أن هذه الأملاح عبارة عن كلوريد الصوديوم $NaCL_2$ ، وتم عمل الكمادات كما يلي:

1- تم تحضير كمادة من الطين والرمل بنسبة 5:1 كما في الشكل (109).



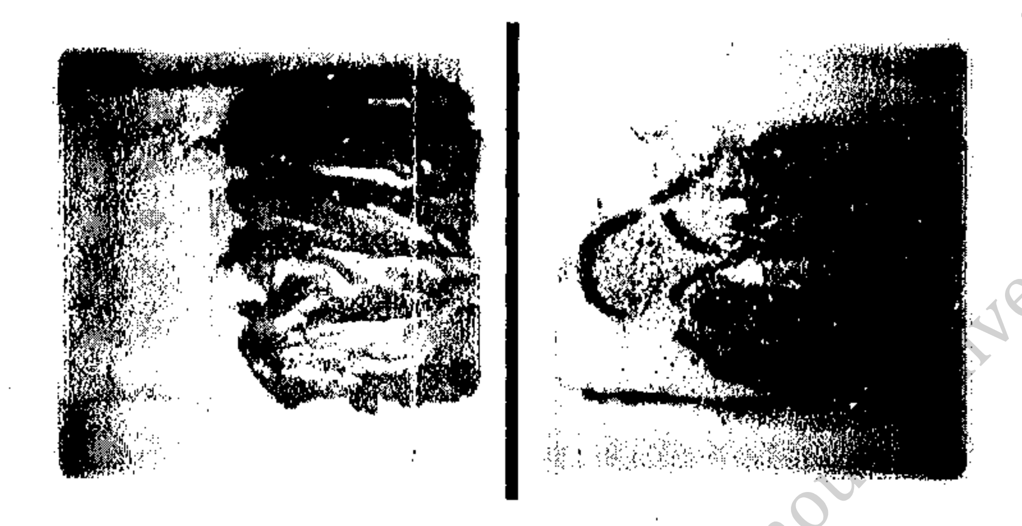
الشكل رقم (109): يوضح عمل كمادة لإزالة الأملاح

2- تم وضع الكمادة فوق الأملاح كما في الشكل رقم (110).



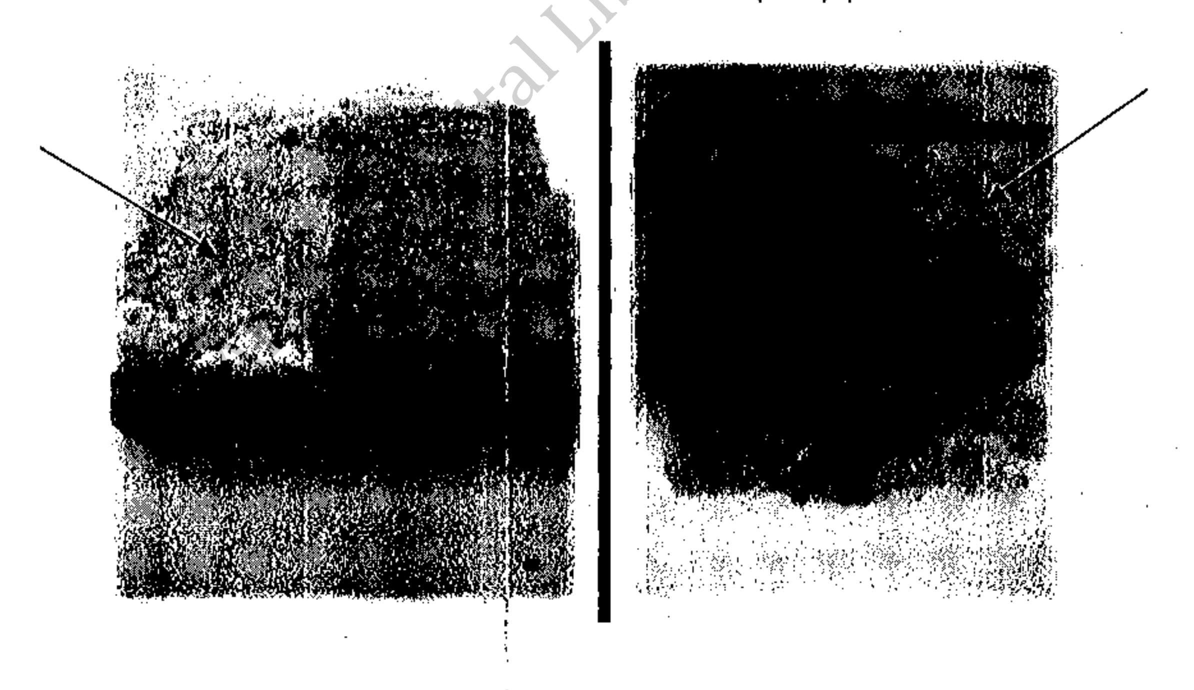
الشكل رقم (110): يوضح وضع الكمادة على الأملاح

3- يتم تغطيتها بالبولي ايثلين وتترك لمدة أسبوعين كما في الشكل رقم (111)



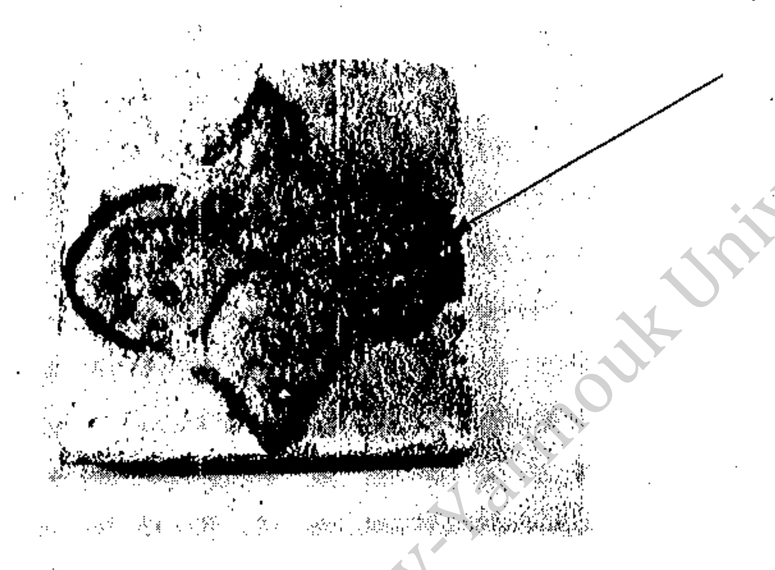
الشكل رقم (111): يوضح تغطية الكمادة بالبولي ايثلين

4- إزالة الكمادة بعد أسبوعين ويمكن تكرار العملية لتأكد من خلوها من الأملاح كما يوضحها الشكل رقم (112).



الشكل رقم(112): يوضح إزالة الكمادة بعد أسبوعين

5- بعد الانتهاء من عمليات التنظيف تم تقوية العينات باستخدام (Paraloid) B72 كما في الشكل التالي.



الشكل رقم (113): يوضح استخدام B72 في الجزء المشار عليه

وبعد إجراء تجارب من عمليات التنظيف على الاتساخات المختلفة قد تبين لنا طرق التنظيف التي سوف يتم اتخاذها في مبنى الدراسة، وسوف يتم استخدامها كما يلي:

1- نبدأ بالتنظيف الميكانيكي بالفرش لإزالة الأتربة.

2- إزالة الجبس بالطرق الميكانيكية بعد وضع كمادة من الكحول والماء بنسبة 1:1.

3- إزالة الاسمنت بواسطة مذيب البريادين بنسبة 99% Pyridine C_5H_5N مع الحذر عند استخدامه.

4- عمل كمادات من الطين والرمل بنسبة 5:1 لإزالة الأملاح التي أثبتت التحاليل أنها عبارة عن كلوريد الصوديوم الذي يذوب في الماء.

5- إزالة البقع الدهنية بواسطة أنزيم الليباز Lipase enzymes مع منظم الفوسفات Phosphate buffer الذي اظهر انه أفضل من الطرق الأخرى لإزالة البقع الدهنية.

ترميم الرسومات الجدارية في المبنى

أولا: طرق تنظيف الرسومات الجدارية في بيت الدرابسة – موضوع الدراسة –

- في البداية تم تجهيز جميع المواد التي تلزمنا في عمليات لتنظيف كما مبين في الشكل (114).



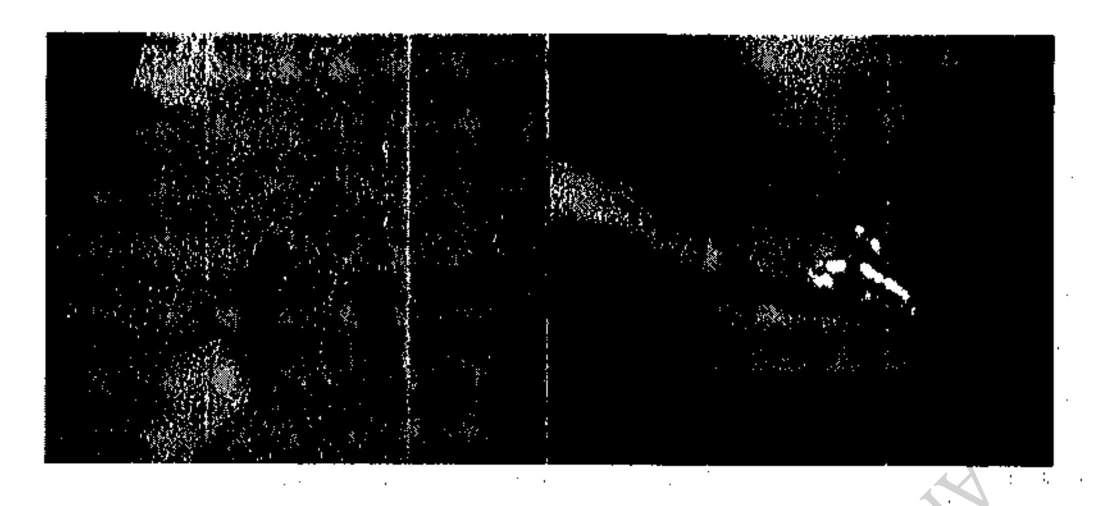
الشكل رقم(114): المواد المستخدم في عمليات التنظيف

- وتم تقسيم الجدار إلى مربعات وبدأنا التنظيف من أعلى إلى أسفل، والجزء الذي يتم تنظيف يتم وضع عليه بولي ايثلين كما في الشكل (115).



الشكل رقم(115): وضع البولي ايثلين بعد عمليات التنظيف

- تمت عمليات التنظيف بالطرق الميكانيكية باستخدام الفراشة واستخدام المطاط والإسفنج كما في الشكل (116).



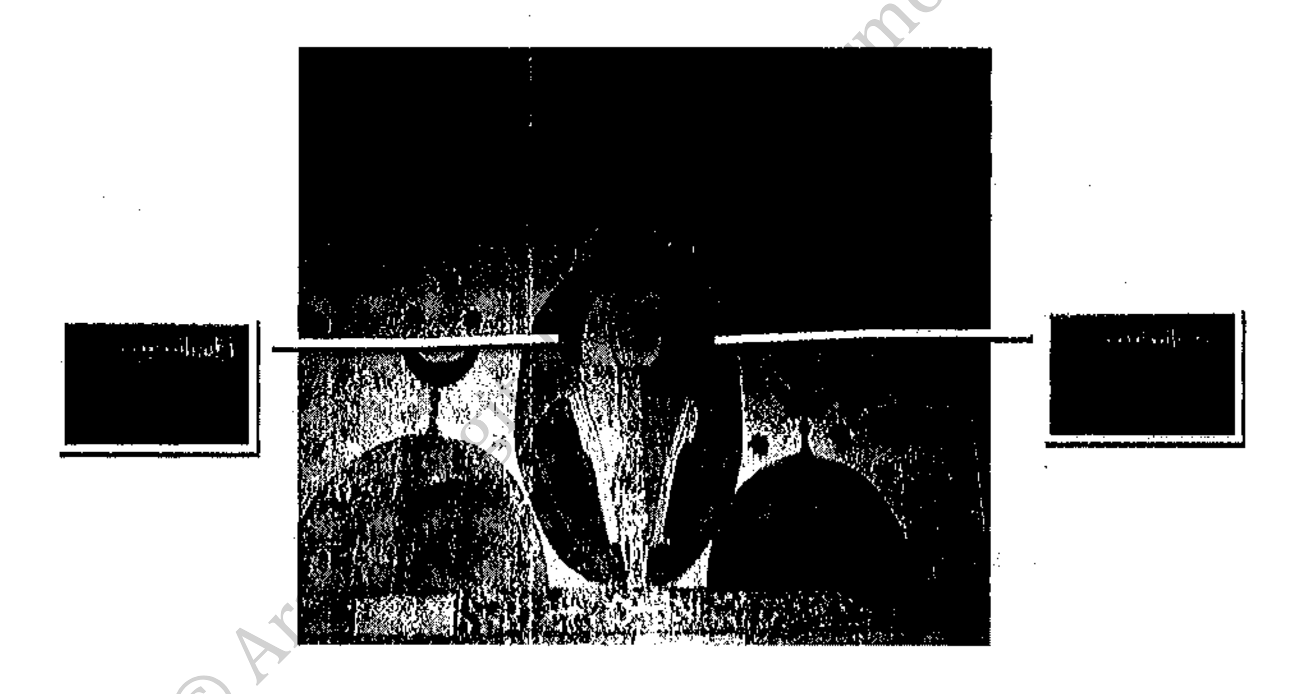


الشكل رقم(116): يبين استخدام الطرق الميكانيكية في عمليات التنظيف

- وبعد التنظيف الميكانيكي بدأنا بالتنظيف باستخدام بالمذيبات، حيث تم استخدام الكحول الميثيلي Methyl alcohol CH_3OH والماء بالنسبة 1:1 وذلك لتنظيف بعض الاتساخات بواسطة swap، وبعضها تم عمل كمادات ووضع فوقها قطعه من ورق القصدير وتركت لمدة 15-20 دقيقة كما موضح في الشكل رقم (117)و (118) و(119).



الشكل(117): يوضح استخدام swap الشكل(118): يوضح استخدام الكمادات



الشكل رقم(119): توضح قبل وبعد التنظيف

- ومن خلال الشكل(120) يوضح استخدام الجبس والاسمنت على الرسومات الجدارية، ومن خلال التجارب التي قمنا بها في المختبر تبين لنا أفضل الطرق لإزالة الجبس هو بوضع كمادة من الكحول CH_3OH والماء أيضا بنسبة 1:1، وبعد ذلك يتم إزالة باستخدام المشرط كما في الشكل رقم(121)، وبعد ذلك تم عمل كمادة من البيريدين Pyridine C_5H_5N وتم وضعها لمدة 30 دقيقة كما يوضحها الأشكال رقم (122) و(123).

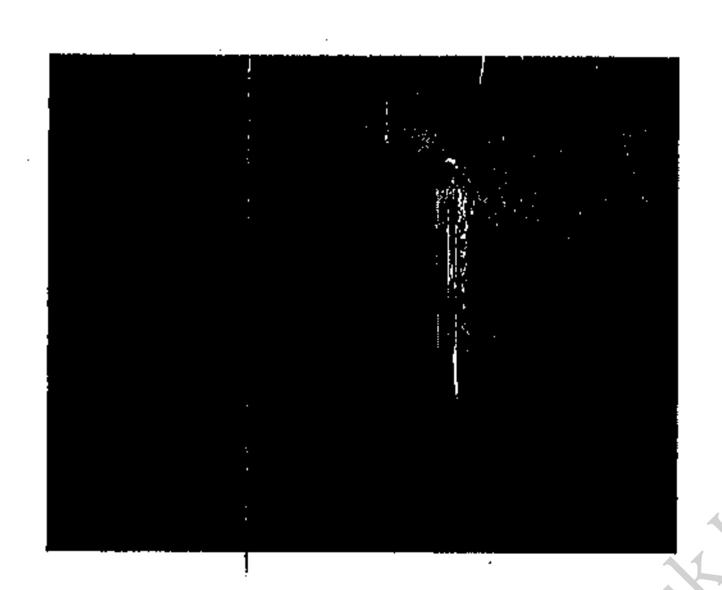


الشكل رقم(120): استخدام الجبس والاسمنت   الشكل رقم(121): إزالة الجبس باستخدام المشرط



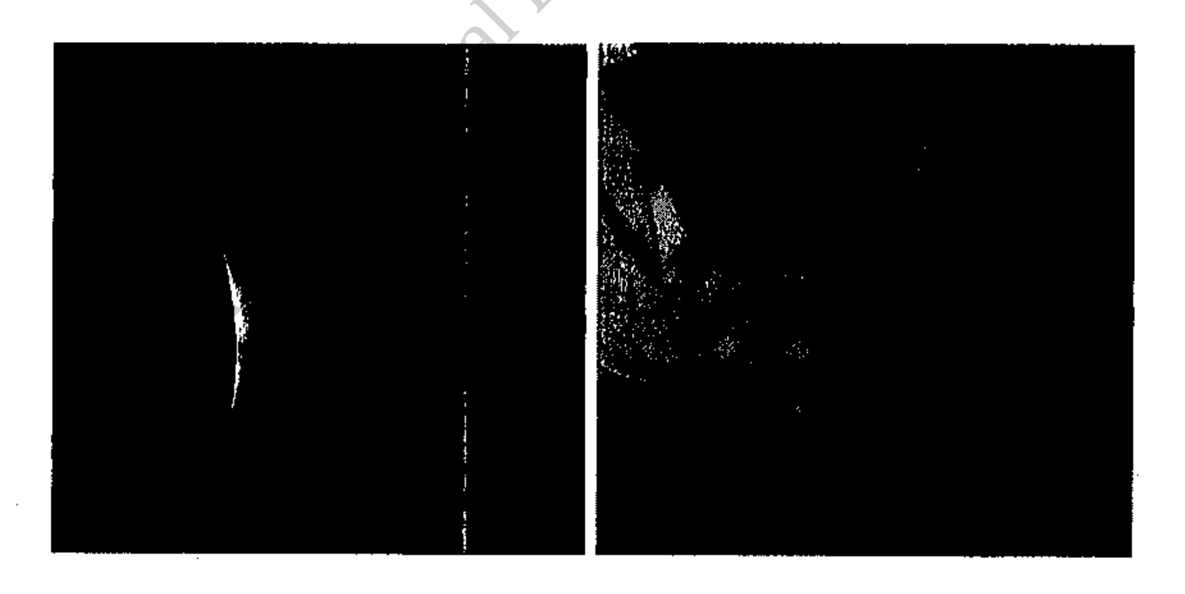
الشكل رقم(122): وضع كمادة البيريدين   الشكل رقم(123): ظهور الاسمنت على كمادة البيريدين

- إزالة الاتساخات التي أظهرتها التحاليل أن وسيطها العضوي (أي المادة المثبتة على الجدار) هي الدهون طبقا للتحليل بواسطة FTIR بواسطة أنزيم الليباز Lipase enzymes ، في البداية تم تحديد مكان البقع لاستخدام الأنزيمات كما واضح في الشكل (124) وباستخدام ثيرموميتر ضبط درجة الحرارة على درجة 40 درجة مئوية بواسطة اللمبة IR .



الشكل رقم(124): يوضح مكان البقع لاستخدام الأنزيمات

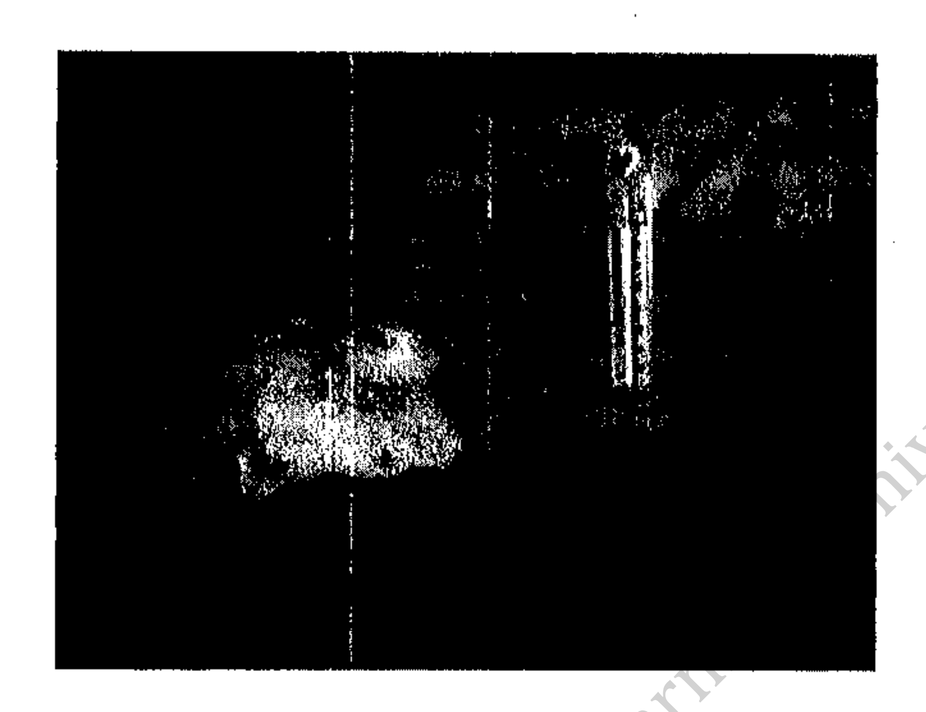
يتم وضع كمادة الأنزيم على الجدار، ويتم وضع منظم الفوسفات Phosphate buffer باستخدام الفرشاة كما موضح في الشكل رقم (125)، وبعد ذلك تسلط لمبة الحمراء فوق الكمادة حتى تصل الحرارة إلى 40 درجة مئوية كما في الشكل (126).



الشكل رقم (125): يوضح وضع كمادة الأنزيم

الشكل رقم(126): يبين الأشعة تحت الحمراء

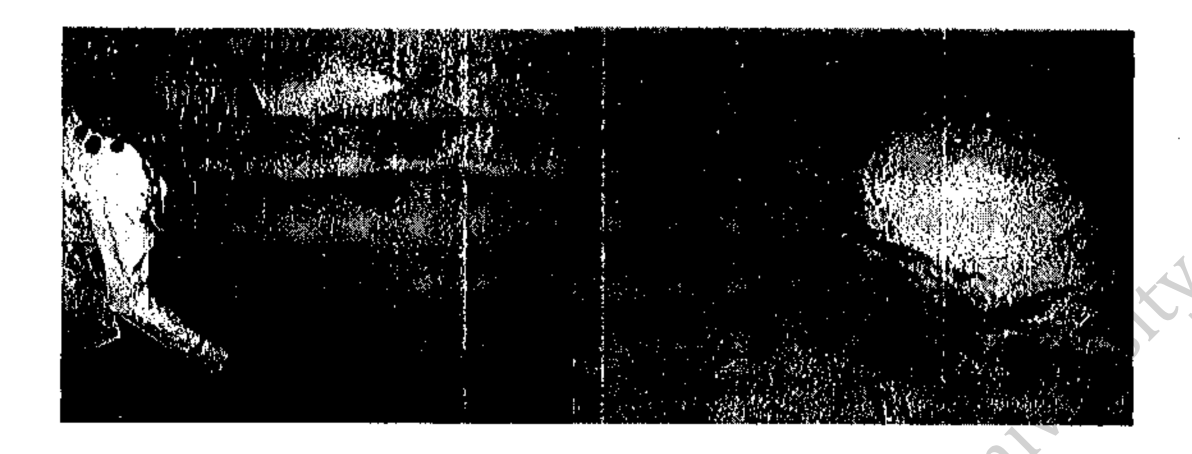
تم ترك الكمادة 60 دقيقة حتى تعطي نتائج أفضل وكانت النتيجة أنها تم إزالة البقع بشكل كبير من خلال التنظيف كما في الشكل (127).



الشكل رقم (127): تبين الاتساخات التي ظهرت كمادة الأنزيم بعد إزالته

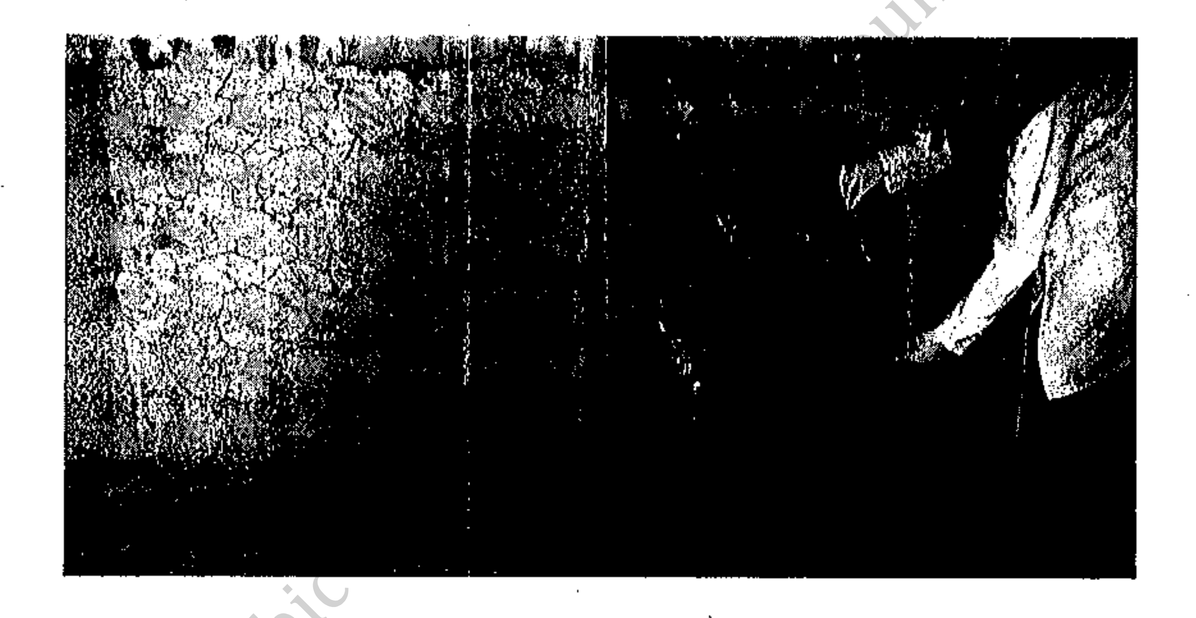
إزالة الأملاح من خلال استخدام الكمادات

تم إزالة الأملاح الموجودة باستخدام كمادات من الرمل والطين بنسبة 1:5 كما مبين في الشكل (128)، وثم وضعت الكمادات على أسفل الجدران كما في الشكل رقم(129)، و يتم تغطيته بواسطة البولي ايثلين كما في الشكل رقم(130)، ويترك لمدة أسبوعين حتى يجف تماما وتم تكرار العملية أكثر من مرة كما في الشكل رقم(131).



الشكل رقم(128): يوضح نسبة الرمل إلى الطين

الشكل رقم(129): وضع الكمادة على الجدار



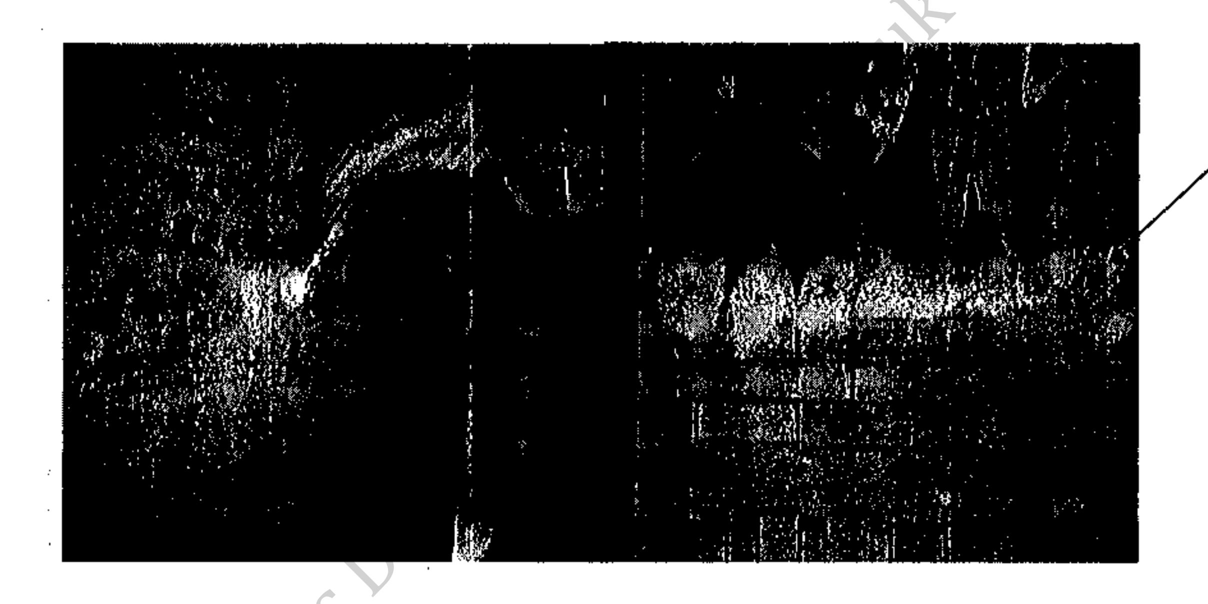
الشكل رقم(130): وضع البولي ايثلين فوق الكمادة

الشكل رقم(131): يوضح جفاف الكمادة

ثانيا: ترميم الفجوات والشقوق الموجودة في المبنى – موضوع الدراسة–

– ترميم الفجوات:

من خلال الفحص تبين لنا وجود فجوات كثيرة في المبنى، وتم تعبئة هذه الفجوات باستخدام الرمل والجير بنسبة 1:2، حيث في البداية تم تنظيف الفجوات من الأتربة، وبعد ذلك تم تبللها بالقليل من الماء، ثم وضع طبقة خشنة من المونة ثم طبقة ناعمة كما في الأشكال التالية



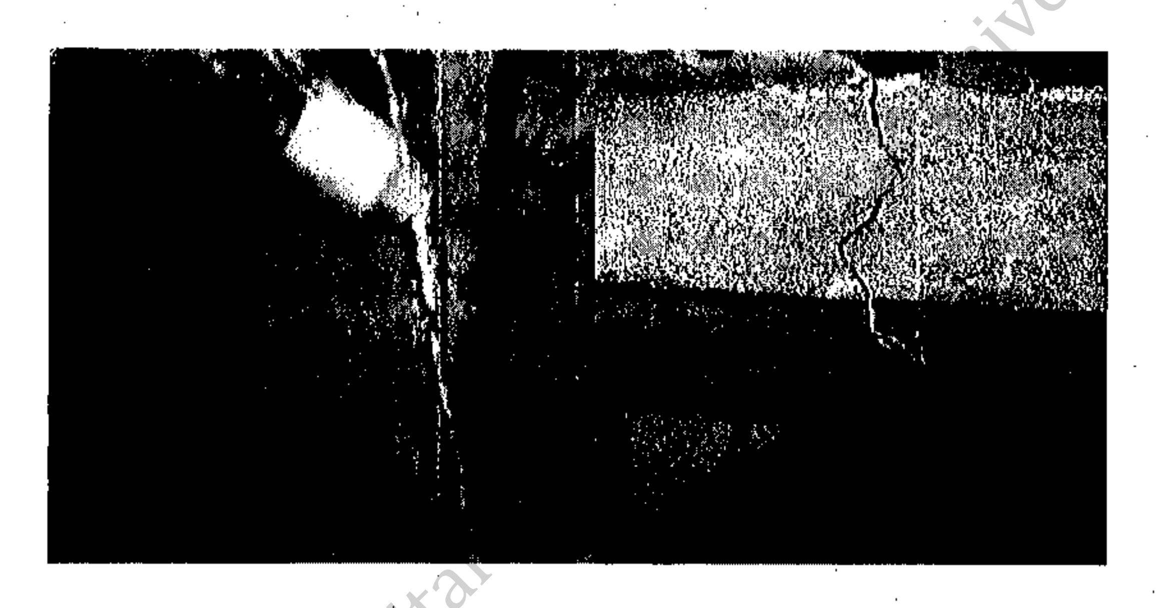
الشكل رقم(132): يوضح الحفر الموجودة الشكل رقم(133): طريقة تعبئة الحفر



الشكل رقم (134): قبل استكمال الحفر الشكل رقم(135): بعد استكمال الحفر

- ترميم الشقوق:

ويوجد في المبنى الكثير من الشقوق منها العريضة ومنها الرفيعة ومنها العمودية ومنها المائلة، وتم علاج الشقوق الرفيعة بطريقة الحقن حيث تم استخدام مونه الجير والرمل بنسبة 2:1 مع البريمال Primal، كما موضح في الشكل (136)، (137)



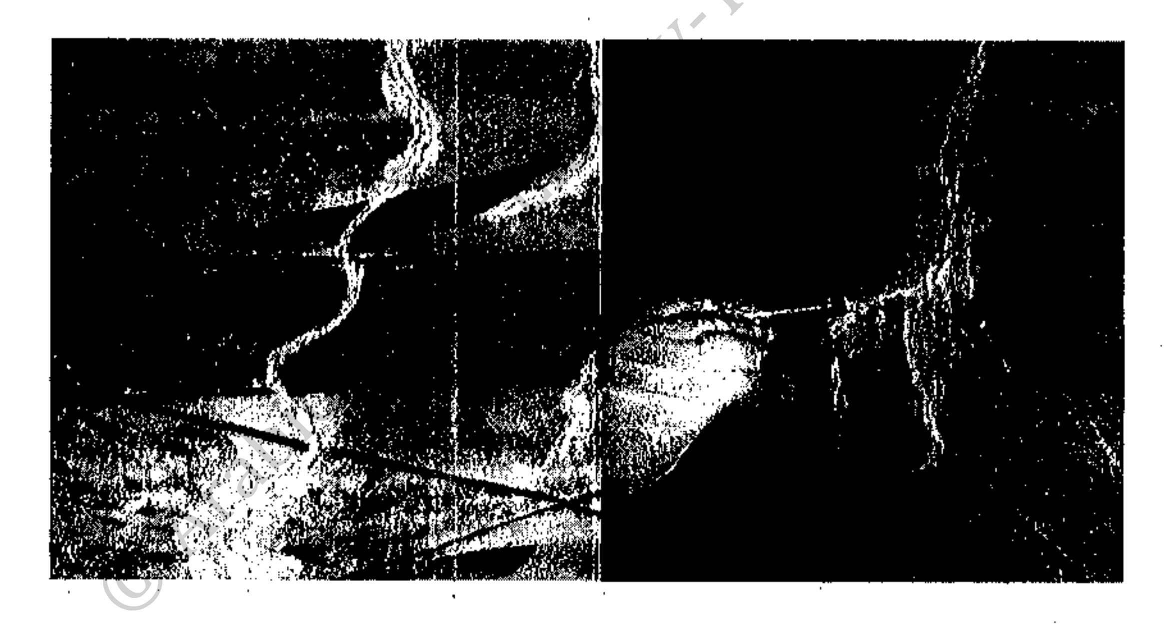
الشكل رقم(136): يبين الشقوق الرفيعة الشكل رقم(137): طريقة حقن الشقوق

أما الشقوق العريضة الشكل رقم (138)فقد تم علاجها من خلال حشوة الكتان مع استخدام مونة الجير والرمل بنسبة 2:1 كما في الشكل رقم (139)، ثم يتم وضع الحشوة في الشقوق حتى يتم تعبئتها تماما كما في الشكل (140) ويبين الشكل (141) شكل الشقوق بعد تعبئتها.



الشكل رقم(138): توضح الشقوق العريضة

الشكل رقم(139): يوضح حشوة الكتان والرمل والجير

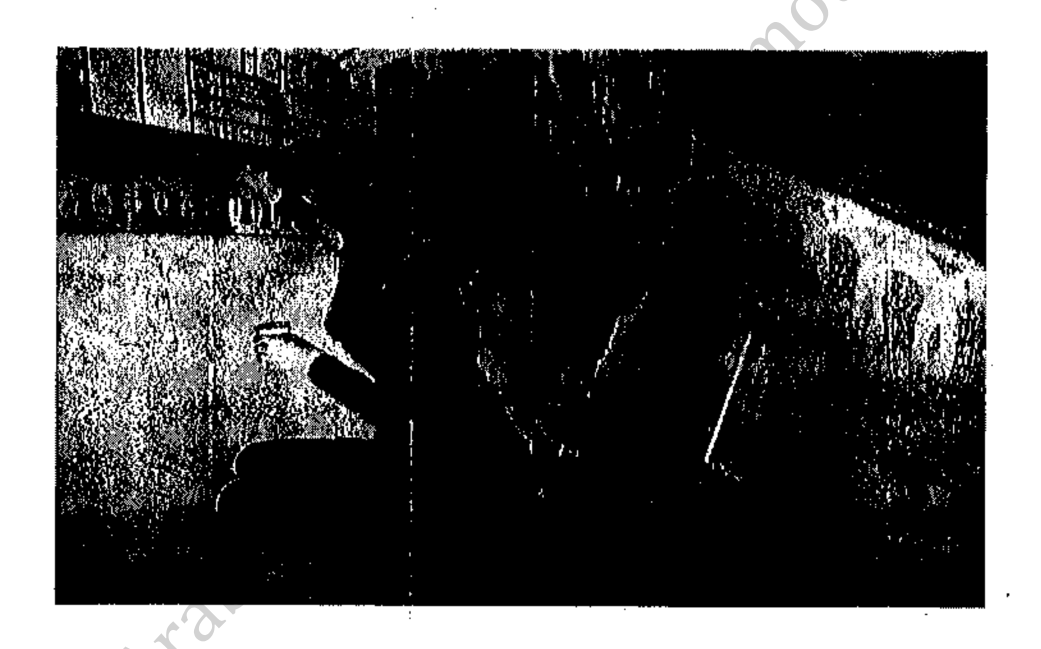


الشكل رقم(140): وضع الحشوة في الشقوق

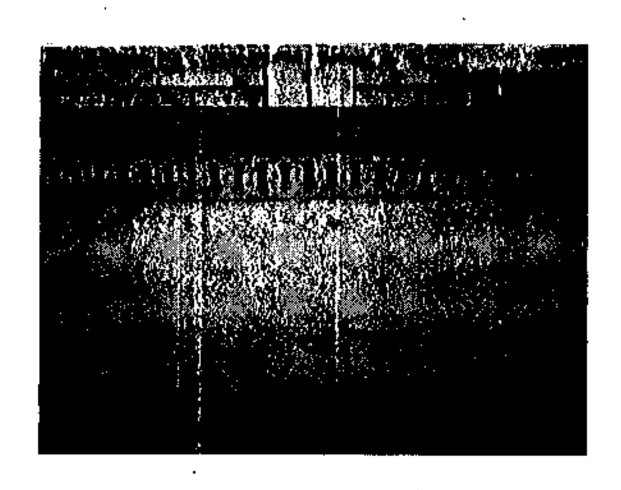
الشكل رقم(141): بعد الانتهاء من وضع الحشوة

ثالثا: الاستكمال وعمل الرتوش اللونية

يعد الاستكمال من أهم الضروريات التي تفرضها عمليات ترميم الرسومات الجدارية، وذلك للنواحي الفنية والجمالية لها، وضرورية أيضا من حيث عمليات الترميم، في البداية تم تحديد الأجزاء المفقودة بواسطة قلم رصاص كما في الشكل رقم (142)، وتم التلوين بواسطة الألوان الأكاسيد وكان الوسيط غراء كما ظهر في النتائج كما في الشكل رقم (143) ورقم (145).



الشكل رقم (142): تحيد الأجزاء المفقودة الشكل رقم(142): تلوين بواسطة ألوان الأكاسيد



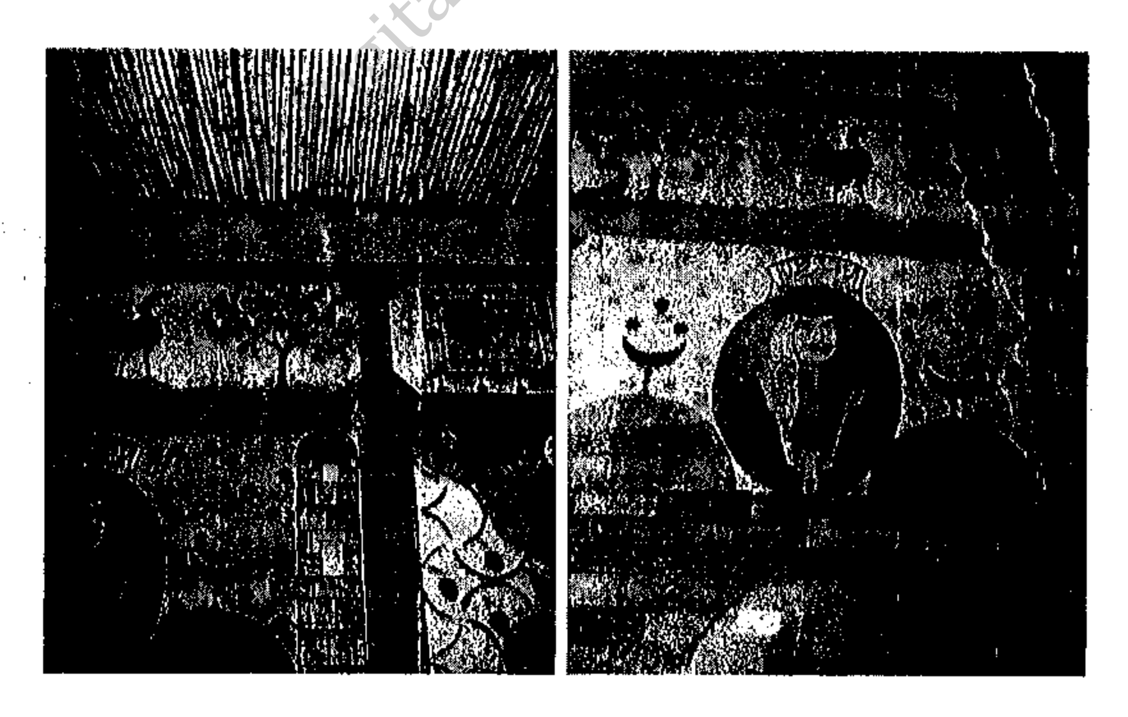
الشكل رقم(143): بعد الانتهاء من استكمال الألوان

حيث يوضح الأشكال التالية بعض الرتوش قبل وبعد



الشكل رقم (145): قبل الترميم

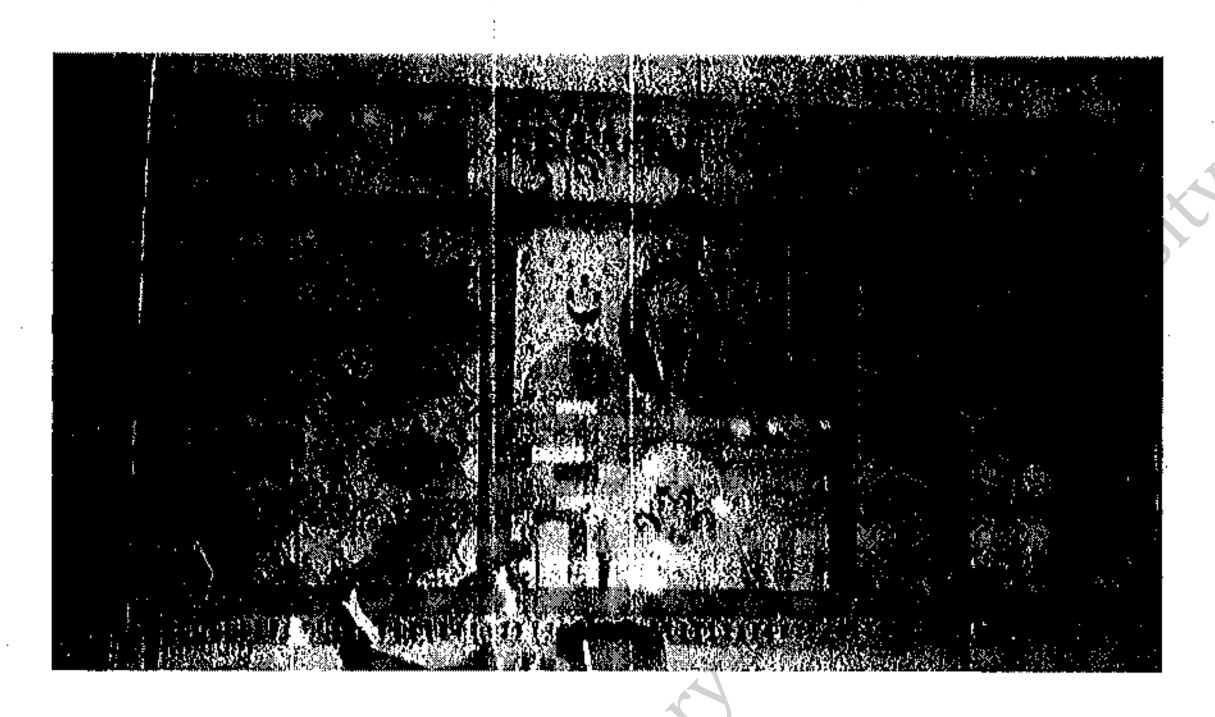
الشكل (146): بعد الترميم



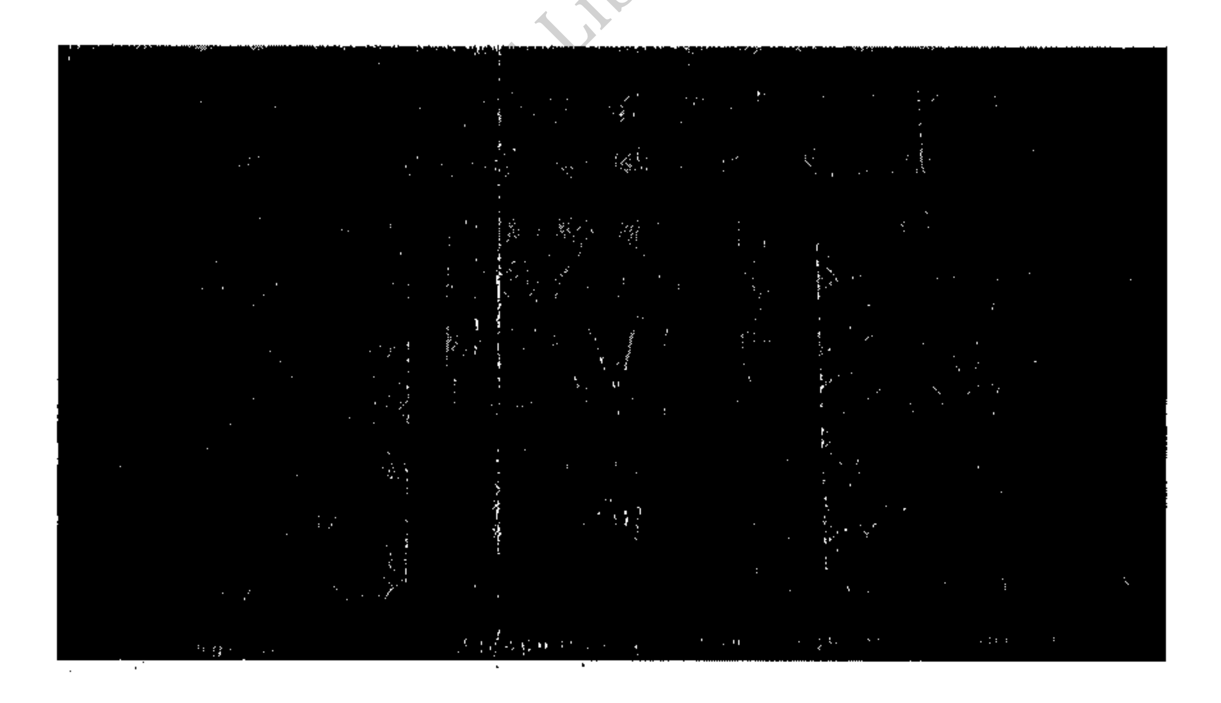
الشكل رقم(147): قبل الترميم الشقوق

الشكل رقم(148): بعد الترميم الشقوق

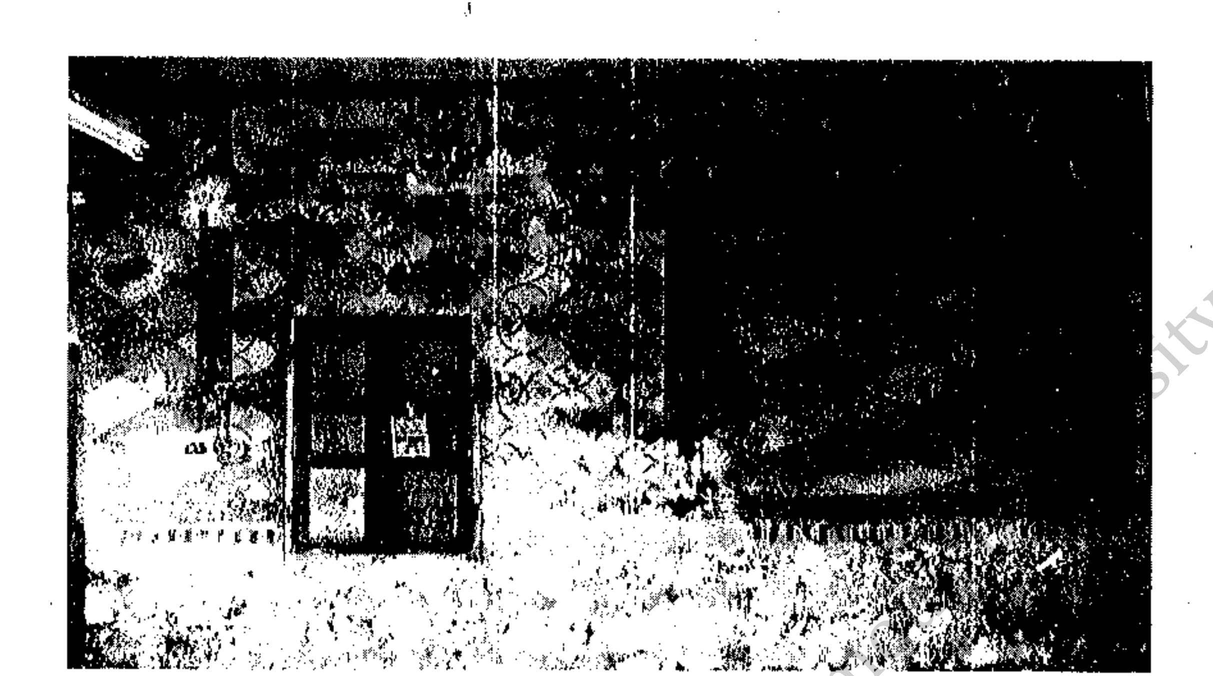
الصور المبنى قبل وبعد الترميم



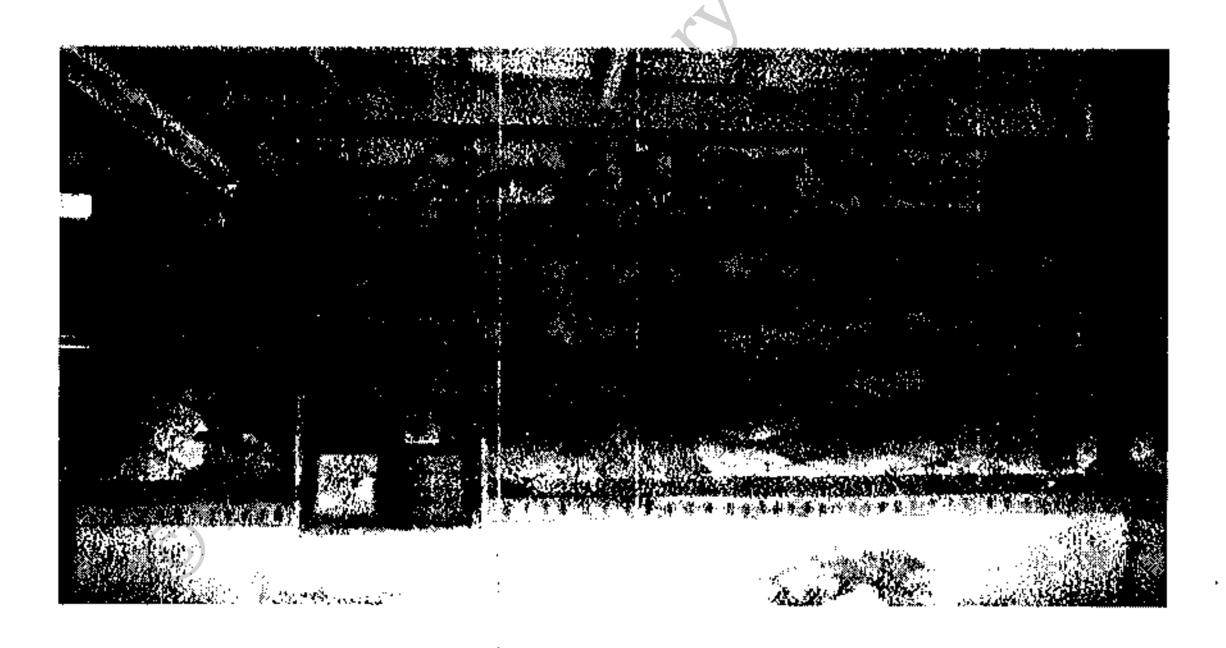
الشكل رقم (149): قبل عمليات الترميم



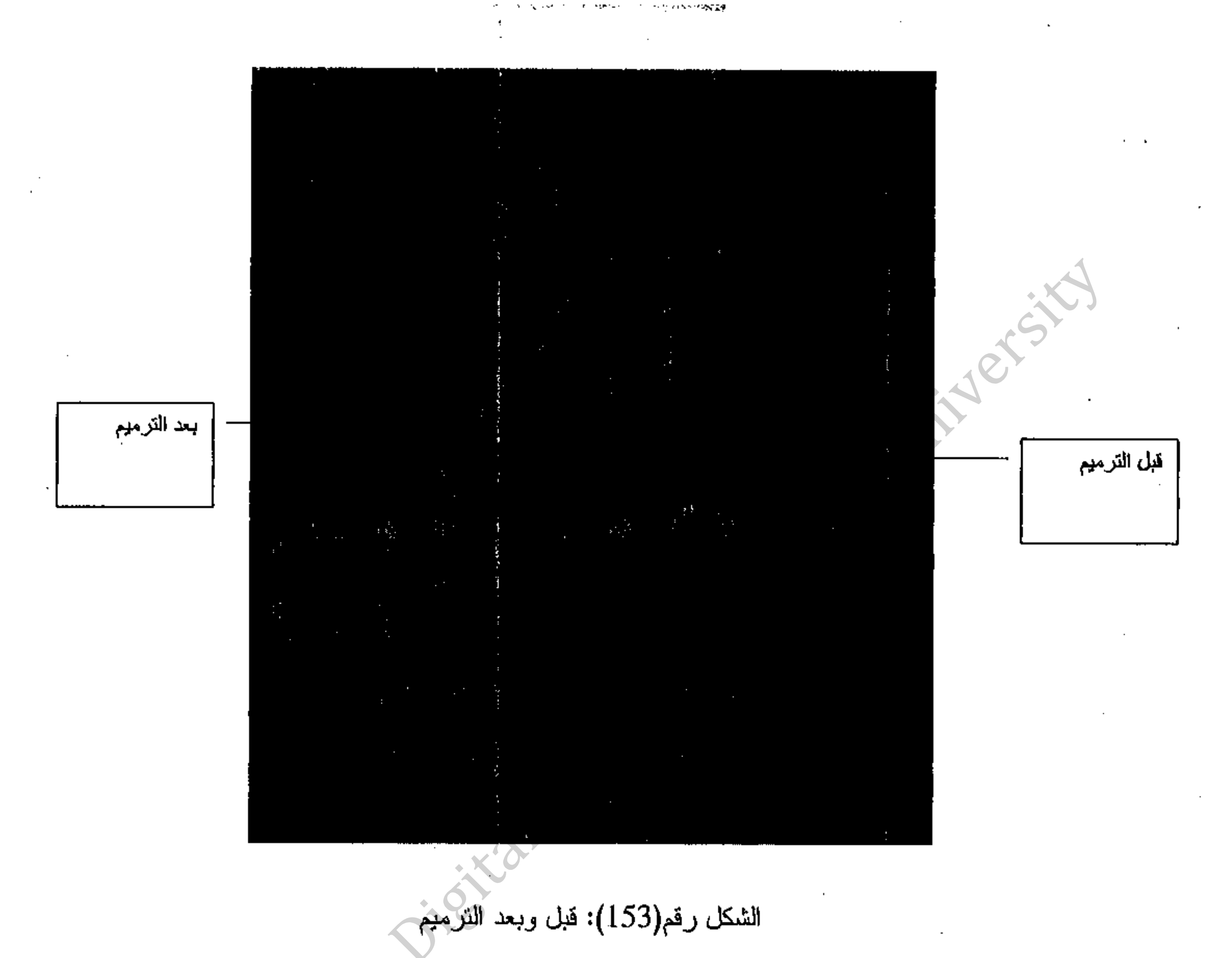
الشكل رقم (150): بعد عمليات الترميم



الشكل رقم (151): قبل عمليات الترميم

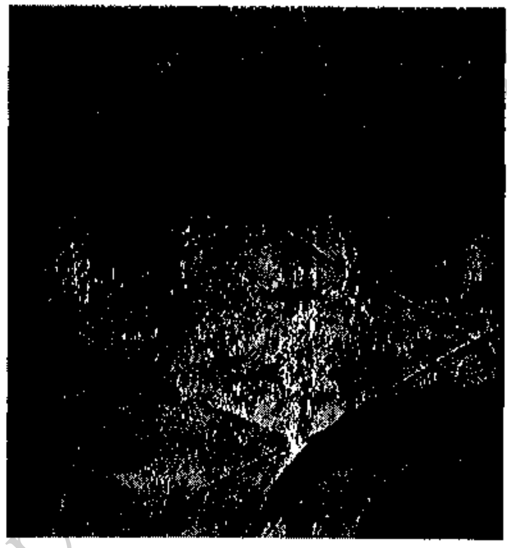


الشكل رقم(152): بعد عمليات الترميم



الشكل رقم(153): قبل وبعد الترميم





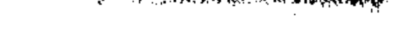
الشكل (155): بعد الترميم

الشكل (154): قبل الترميم



الشكل (157): بعد الترميم

الشكل (156): قبل الترميم



الشكل(158): قبل الترميم

الشكل (159): بعد الترميم

النتائج Results

احتوت الدراسة على موضوع تنظيف وصيانة الرسومات الجدارية باستخدام الأنزيمات مع دراسة مقارنة لطرق التنظيف التقليدية، حيث تبين من خال جمع المعلومات والدراسات السابقة وملاحظات الباحثة والتطبيق العملي على الجداريات المنزل التراثي -موضوع الدراسة- ما يلي:

1. وأثبتت نتائج التحاليل أن اللون الأحمر كان عبارة عن أحمر الهيماتيت وهو أكسيد الحديد Fe_2O_3، اللون الأخضر عبارة عن Cordierite وهو Aluminum Magnesium Silicate Mg_2Al_4Si ، واللون الأبيض عبارة عن كربونات الكالسيوم Gypsum.
2. أثبت التحاليل أن طبقة التصوير عبارة عن كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ (الكالسيت – Calcite)، وأكسيد السليكون SiO_2 (كوارتز – Quartz).
3. كما أثبتت أن الغراء الحيواني هو الوسيط اللوني المستخدم.
4. اثبت التصوير باستخدام الستيرو ميكروسكوب نجاح التنظيف بالأنزيمات مقارنة مع الطرق التقليدية.
5. كما أثبتت الدراسة أن العلاج بالأنزيمات هو أفضل طرق العلاج في تنظيف الرسومات الجدارية لأسباب الآتية:
   - عدم تأثيرها الضار على المرمم.
   - تتحلل بالماء بدلا من الحرارة.
   - أسلوب بسيط وسهل التطبيق.
   - غير ضار على الأثر ولا يغير من طبيعة مادة الأثر.
   - لا يحدث تفاعلات تغير من طبيعة مادة الأثر.

- أمنه على البيئة.

إلا أنها لها بعض العيوب مثل:

- صعوبة الحصول عليه.
- غالية الثمن.
- لا يمكن تطبيقها على مساحات كبيرة نظرا للدقة المطلوبة في استخدامها.

وبذلك يمكن القول أن الأنزيم يمكن استخدامه في التنظيف بنجاح بطريقة موضعية، وتم عمل دراسة مقارنة مع الطرق التقليدية المستخدمة في تنظيف الرسومات الجدارية وأظهرت أن لها تأثير سيء على الرسومات الجدارية، وتضر بصحة المرمم، وتضر بالسطح الملون أو تغير الألوان أو إذابتها أو تلفها أو تلف الوسائط المستخدمة منها.

6. إن عملية تنظيف وصيانة الجداريات، أعطاها منظر جمالي وأزال العيوب عن سطح اللوحة.

التوصيات Recommendations

1. يجب أن تقوم عمليات الترميم على أسس عامية مدروسة يتوفر فيها الكثير من الإجراءات والاحتياطات العلمية والفنية.
2. عند التعامل مع الرسومات الجدارية من أجل الترميم يجب أن يكون الشخص المرمم متخصص.
3. يجب إجراء التحاليل والفحوص المختلفة على الأثر وذلك لمعرفة خصائص ومركبات الأثر المراد ترميمه وصيانته، كي لا تستخدم مواد أو خامات في عمليات الترميم استخداما خاطئا يعود على الأثر بالتلف بدلا من العلاج.
4. عند إجراء عمليات التنظيف يجب على المرمم الحذر الشديد حتى لا يؤثر على الرسومات الجدارية.
5. يجب الحذر عن استخدام طريقة التنظيف الكيميائي لذا يجب استخدام الكمامات والقفازات.
6. تغطية الجدران بالبولي ايثلين عند عمليات التنظيف حتى لا يتم إعادة التنظيف مرة أخرى.
7. ترميم الشروخ الموجودة على سطح الرسومات الجدارية وعدم تركها لأنها تؤدي إلى انفصال طبقة الألوان، حيث تعمل هذه الشروخ على تجميع الغبار والرطوبة.
8. يجب الحفاظ على البيوت التراثية مثل بيت الدرابسة والمحافظة عليها وترميمها لأنها من البيوت النادر وجود فيها رسومات جدارية.
9. عدم استخدام الأنزيمات في مساحات كبيرة نظرا للدقة المطلوبة عند استخدامه.
10. يجب اختيار نوع الأنزيم المناسب حسب الاتساخات الموجودة.
11. يجب التعامل مع الأنزيم حسب ظروفه.
12. لا يمكن إزالة جميع الاتساخات الموجودة على الرسومات الجدارية بواسطة الأنزيم إلا فقط الاتساخات العضوية.

المراجع العربية

1. إبراهيم، حسين

2007 أسس ترميم الآثار والمقتنيات الفنية. القاهرة.

2. إبراهيم، حسين

2011 تطوير أساليب التصوير الجداري. محاضرات بقسم صيانة المصادر التراثية وإدارتها: جامعة اليرموك.

3. أبو خرمه، دياب

1976 علم الأنزيمات. جامعة دمشق: المدينة.

4. أبو دية، أيوب

2005 حوارات حول الرطوبة والعفن في الأبنية. عمان: ورد.

5. إدواردز، ن. ا. ، و هسال، ك. أ.

1986 مدخل إلى الكيمياء الحيوية للخلية وعلم وظائفها الكيمياء الحيوية للخلية. ترجمة إلياس بيضون. الأردن: منشورات مجمع اللغة العربية الأردني.

6. الأزكى، فؤاد

2005 الموسوعة الجيولوجية الكاملة من الألف إلى الياء. دمشق: حوران.

7. آغا، شاهد

1995 الزلازل حقيقتها وآثارها سلسة كتب ثقافية شهرية يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب.

8. باربية، اليكس

1984 قويلبة – أبيلا: دراسة الرسوم الجدارية للمقبرة والمحافظة عليها " كتالوج الهيئة المشاركة الفرنسية لأثار الأردن، المحرر فرانسوا فيل نيف. عمان: المعهد الفرنسي لأثار الشرق الأدنى.

9. بازيلي، جوزيبي

2009 نظرية الترميم. ترجمة حسن رفعت فرغل. المجلس الأعلى للآثار: المعهد العالي المركزي للترميم بروما ISCR.

10. باسندوة، عبد الرحمن

2007 الرسوم الجدارية الإسلامية في بلاد الشام والعراق حتى نهاية العصر العباسي الأول (41-232هـ / 661-843م) دراسة آثارية فنية مقارنة. رسالة دكتوراة. الرياض: جامعة الملك سعود.

11. جواد، أحمد

1991 تلوث الهواء. الطبعة الأولى. القاهرة: العربية.

12. ج. أم كرونين، و.س روبتسون

2006 أساسيات ترميم الآثار. ترجمة عبد الناصر عبد الرحمن الزهراني. الرياض: جامعة الملك سعود.

13. الحجار، صلاح، والقاضي، محمود، وعز الدين، شهرزاد

2003 الدليل الشامل في تلوث الهواء وتكنولوجيات التحكم. الطبعة الأولى. القاهرة: الفكر العربي.

14 حسن، عبد القادر

1979 وسائل وأساليب ترميم وصيانة الآثار ومقتنيات المتاحف الفنية. الرياض: عمادة شؤون المكتبات.

15. حلمي، محمد عز الدين

1984 علم المعادن. القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية.

16. حسن، محمد المصطفى

2006 ساري الليل (جراد الشجر) وأثره على انتاج الصمغ العربي في السودان. الخرطوم: عزة.

17. الخطيب، أحمد.

2000 تلوث الأرضي. طبعة الأولى. إسكندرية: الشنهابي.

18. خوري، رامي

1988 القصور الصحراوية دليل موجز للآثار. ترجمة غازي. عمان: الكتبي.

19 . دلالي، باسل

1991 فهم الأنزيمات. الموصل: د.ن.

20. الدليمي، غزلان

2012 تحضير أغشية رقيقة من صبغة ليزرية ومطعمة بالبوليمر وقياس سمكها. جامعة بغداد: مجلة ابن الهيثم للعلوم الصرفة والتطبيقية.

http://www.iasj.net/iasj?func=fulltext&aId=60788

21. دهيبة، محمد

2006 جغرافية الصخور والمعادن. الطبعة الأولى. مكتبة المجتمع العربي.

22. الرشدان، وائل منير

2009 القصور الأموية في المملكة الأردنية الهاشمية (دراسة معمارية). الرياض: العلمي.

23. الرشدان، وائل منير

1994 معالم الحضارة الإسلامية في المملكة الهاشمية. منشورات المنظمة الإسلامية للتربية والعلوم والثقافة– ايسيكو.

24. رفعت، عادل

1973 مقدمة في علم الصخور. الطبعة الأولى. الكويت: العلم.

25. ريد، جيرالد

1983 الأنزيمات في التصنيع الغذائي. ترجمة باسل كامل دلالي. جامعة الموصل: وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.

26. ريما، درابسة

2011 تخطيط المدافن الرومانية في موقع البدية (دراسة اثرية مقارنة) . عمان: الحامد.

27. زهران، أحمد، وبريشة، جابر

2006 الأنزيمات الميكروبية وتطبيقاتها في الصناعة والطب. الرياض: جامعة الملك سعود.

28. السروجي، عبد الرحمن

2011 محاضرات في الصور الجدارية في قسم صيانة المصادر التراثية. اربد: جامعة اليرموك

29 . السعدي، حسين، وسليمان، نضال

2006 علم الطحالب. عمان: اليازوري العلمية.

30. سطاس، محمد، و سعود، انذراوس

2001 مواد البناء واختبارها. دمشق: جامعة دمشق.

31. سويد، فايز

2010 الصور الجدارية في سوريا وترميمها. رسالة ماجستير. سوريا: قسم ترميم الرسوم الجدارية.

32. السوالقة، فاطمة

2008 علوم الأرض، الطبعة الأولى. الأردن: صفاء.

33 . سيد، أحمد

2009 محاضرة عن كيمياء البيريدين. مكة المكرمة: جامعة أم القرى.

34. السيد، عبد الله الرازق

2003 دراسات في المهارات الفنية. القاهرة: جامعة إسكندرية.

35. الشال، عبد الغني

1984 مصطلحات في الفن والتربية الفنية. المملكة العربية السعودية: عمادة شؤون المكتبات.

36. شاهين، عبد المعز

1993 طرق صيانة وترميم الآثار والمقتنيات الفنية. القاهرة: الهيئة المصرية العامة للكتاب.

37. شاهين، عبد المعز

2001 ترميم وصيانة المباني الأثرية التاريخية. المجلس الأعلى للآثار: وزارة الثقافة.

38. شحاته، مصطفى

1956 خواص مواد البناء واختبارها. مصر: الراتب الجامعية.

39. شعث، شوقي

2003 المعالم التاريخية في الوطن العربي ووسائل حمايتها وصيانتها وترميمها. القاهرة: الهيئة المصرية العامة.

40. الشهابي، يحيى

1967 معجم المصطلحات الأثرية (بالفرنسية والعربية). دمشق: مجمع اللغة العربية.

41. صدقي، محمد

1988 معجم المصطلحات الأثرية (إنجليزي- عربي). المملكة العربية السعودية: جامعة الملك سعود.

42. طاحون، زكريا

2004 التلوث خطر واسع الانتشار مع التعرض لمشكلة السحابة السوداء. القاهرة: السحاب.

43. طالو، محي

1995 اللون علما وعملا. دمشق: جوهرة الشام.

44. طيب، نوري، وجرار، بشير

2005 كيمياء أنسجة الأنزيمات. الرياض:جامعة الملك سعود.

45. طيب، نوري، وجرار، بشير

2004 دليل علمي كيمياء الأنسجة. المملكة العربية السعودية: جامعة الملك سعود.

46. عبد القادر، إبراهيم

1979 ترميم وصيانة الآثار ومقتنيات المتاحف الفنية. الرياض: عمادة شؤون المكتبات.

47. عبدالله، إبراهيم

2012 مبادئ ترميم وحماية الآثار. القاهرة: المعرفة الجامعية.

48. عبد الهادي

1996 مبادئ ترميم وصيانة الآثار غير العضوية. جامعة القاهرة: مكتبة نهضة الشرق.

49. العايد، يوسف

2005 موسوعة المناطق الأثرية والسياحية والعلاجية في الأردن. عمان: المعد.

50. عصفور، يوسف

2009 تاريخ وآثار الأردن. الأردن: المجتمع العربي.

51. عطية، أحمد إبراهيم، و الكفافي، عبد الحميد

2002 حماية التراث الأثري. القاهرة: الفجر.

52. عوض، محمد

2003 ترميم المنشآت الأثرية. القاهرة: نهضة الشرق.

53. فؤاد، منى

2004 ترميم الصور الجدارية. القاهرة: مكتبة زهراء الشرق.

54. فيداريو، كارلو

1985 تكنولوجيا التصوير. ترجمة محمد صدقي: مكتبة لأنجلو المصرية.

55. قادوس، عزت

2000 الآثار والفنون القبطية، الطبعة الأولى. الإسكندرية.

56. قاضي، طلال

بدون تاريخ مقرر المعادن والصخور الصناعية. المملكة العربية السعودية. جامعة الملك سعود.

57. الكوفحي،خليل

2009 مهارات في الفنون التشكيلية. عمان: جدارا للكتاب العالمي.

58. كيوان، عبد الرعوف

2005 الرسم بالألوان المائية. القاهرة: المهلل.

59. المجيد، عبد العزيز

2007 المقدمة في علم الفطريات. عمان: نخيلان.

60. مرزوق، علي

2010 مقالة فن التصوير الجداري للجداريات العسرية: المجلة العربية.

61. مزاري، جيوفاني

1986 الرطوبة في المباني التاريخية. ترجمة ناصر عبد الواحد. المركز الإقليمي لصيانة الممتلكات الثقافية في الدول العربية- بغداد. المركز الدولي لدراسة صيانة وترميم الممتلكات الثقافية- روما.

62.المفتي، أحمد

2000 الرسم بالألوان المائية (التصوير بالغواش التمبرا، التصوير بالألوان المائية. الطبعة الأولى. دمشق: دمشق للطباعة والتوزيع.

63.المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم

1993 المعجم الموحد لمصطلحات الآثار والتاريخ (إنجليزي- فرنسي- عربي). تونس: المنظمة.

64. موريس، آيات

1979 مقدمة الطحالب. ترجمة محمود حسين وسالم الشوفاجي. بغداد: المكتبة الوطنية.

65. ناشد، مختار رسمي

1994 ما هي الجيولوجيا. القاهرة: الهيئة المصرية العامة للكتاب.

66. نصار، محمد

1996 الرسومات الجدارية (الفريسكو) في منطقة شمال الأردن خلال الفترة الرومانية – دراسة تحليلية مقارنة- . رسالة ماجستير غير منشورة. الأردن: جامعة اليرموك.

67.هاردنج، لانكستر

1983 آثار الأردن. تعريب سليمان موسى. الطبعة الثالثة. عمان: البريطانية.

68.هلالي، محمد

1987 الطقس والمناخ دراسة في طبيعة الجو وجغرافيا المناخ. القاهرة. المعارف.

المراجع الأجنبية:

1. **Alam, syed**

2006 *Use of biomass fuels in the brick-making industries of sudan: Implications for deforestation and greenhouse gas emission(Masters).* Finland: University of Helsinki.

2. **A. Elena, Charola**

2000 *salts in the deterioration of porous materials an overview in JAIC.* Vol 39.

3. **BOALLA, MAAZ**

2007 *Building conservation course for Architecture students.* ALBAHA UNIVERSITY: faculty of engine Ring.

4. **Catherine sease**

1994 *Conservation Manual for the field Archaeologist.* Third ed: los Angeles.

5 . **Charles E. S.Hett**

1984 *Conservation Measure on Artic sites,* in Insitu Archaeological Conservation Mexico. The getty conservation institute.

6. Chee – Ming Chan

2011 *Effect of Natural fibers Inclusion in clay Briks: physico–Mechanical Properties. International Journal of Civil and Environmetal Engineering.* (eprints. Uthm. Edu.my. pdf)

7. Edwaed D. Johnson, and saied, Hamed

2008 *The American Research Center in Egypt Luxor East Bank Ground water lowering Respouse Project,* Luxor.

8. Eric, May , and Mark, Jones

2006 *Conservation science heritage materials.* School of biological sciences. University of Portsmouth: Portsmouth.

9. Friendrich Rathgen

1905 *The Preservation of Autiquities.* Cambridge.

10. F. Pique; L. Dei; and E. Ferroni

1992 *Physicochemical Aspects of the Deliquescence of Calcium Nitrate and its implications for wall painting.* Vol 33.

11.Garreau, Svahn.

2007 Removal of Damaging Conservation Treatments on Mural Paintings. Sweden.

12.Gert J.W, Visscher

2000 *Humidity and Moisture Measurement.* Institute of Agricultural and Environmental Engineering.

13. Grimmer, Anne E.

1988 *Keeping clean; Removing Exterior Dirt, Paint stains and Graffiti from Historic Masonry Buildings.* United states. National Park.

14. ICOMOS

2003 *Icomos Principles for the Preservation and conservation, Restoration of wall paintings.* ICOMS 14th in Victoria falls. Zimbabwe.

15. Ingval, Maxall

2007 *Cleaning Sandstone Risks and Consequences.* Technical Conservation. Research and Education Group.

16. Friendrich Rathgen

1905 *The Preservation of Autiquities.* Cambridge.

17. John, Ashurst

1982 *Cleaning and Surface repair (in) Conservation of Historic stone buildings and monuments.* Washington . national academy press.

18. John K., Donald

1996 *House of Eternity: The Tomb of Nefertari.* Los Angeles: The Getty Conservation Institute.

19. Jukka, Voutilainen

Methods and Instru Mentation for Measuring Moisture in 2005 *building structures.* Helsinki University of technology applied electronic laboratory.

20. Mansor, Rozliani; Ismail, Mazran; Wan, Mariah; and Wan, Harun.

2012 *Categorization of General Problems and Defects in Historical Building.*

21. Mora. P

1984 *The conservation of painting.* London: Butteworths

22. Nathan , Stolow

1979 *Conservation Standard for Monuments.* Muesco.

23. O. F. Obidi; O.O. Aboaba; M.S. Makanjouola; and S.C.U. Nwachukwu.

2009 *Microbial evaluation and deterioration of paints and paint products.* Department of chemical engineening. University of Lagos.

24. Paul T.; Cholson; Ian show

2000 *Ancient Egyptian. Materials and technology.* Cambridge unit: press first pub.

25.Pfund, Heike

2001 Überlegungen und Versuche zum Einsatz von Enzymen in der Wendmalereirestaurierung.DES BAYERJSCHEN LANDESAMTES FÜR DENKMALPFLEGE.

26. Ripka, Katrin

2005 *Identification of microorganisms on stone and mural paintings using molecular methods.* Universities Wien.

27. Ruther j. Gttens, R.L. Feller

1975 *Calcium Carbonate white in conservation.* Vol. 19.

28. The Getty conservation institute

1987 *Conservation of Wall Paintings.* Editor Sharou Cather. London.

29. The Getty Conservation Institute.

1993 *Art and Eternity*

30. Thom pson, DI

1936 *The practice of Tempera painting.* Yale, New Haven.

31. Thompson

1965 *The materials and techniqual of medieval painting.* New York.

32. Yavuz. A.B, and Topal

2007 Thermal and salt crystallization effects on marbledeterioration: Example from western Anatolia. Turkey.

33. Yazan. S

2009 *The effect of salts on the performace of sand stone conservation treatment.* Irbid: Yarmouk University.

المواقع الالكترونية

*Arduengo, P.M.

2010 Buffers for Biochemical Reactions. *Promega Connections*

http://promega.wordpress.com/2010/03/15/sloppy-technicians

*(buffer solution)

http://www.knockhardy.org.uk/sci_htm_files/08buf.pdf

*(buffer solution2)

http://faculty.ncc.edu/LinkClick.aspx?fileticket=KBwHmVVpmUk%3D&tabid=1902

*Buffers for Biochemical Reactions

http://www.promega.com/~/media/files/resources/paguide/a4/chap15a4.pdf?la=en